

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapie



Nikola Kochová

Výživa vytrvalostních běžců

Nutrition for endurance runners

Bakalářská práce

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

Praha, 2015

Prohlášení:

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

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

V Praze, 30. 04. 2015

.....

Nikola Kochová

Poděkování

Tímto děkuji svému vedoucímu práce doc. MUDr. Zdeňku Vilikusovi, CSc. za cenné rady, připomínky a usměrňování při zpracování bakalářské práce.

Identifikační záznam:

KOCHOVÁ, Nikola. *Výživa vytrvalostních běžců. [Nutrition for endurance runners]*. Praha, 2015. 57 s., 1 příl., 22 tabulek, Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Ústav tělovýchovného lékařství 1. LF UK. Vedoucí práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

ABSTRAKT

Tématem mé bakalářské práce je Výživa vytrvalostních běžců. Obecně výživa a sport je dnes velice populární téma. Sama se věnuji vytrvalostnímu běhu a často čelím dotazům, jak se správně stravovat, aby výkon sportovců nebyl negativně ovlivněn.

Práci jsem rozdělila na dvě části, teoretickou a praktickou. První část je strukturovaná od obecných informací, vymezení pojmů vytrvalost a výživa po podrobný popis jednotlivých složek potravy. V části druhé jsem pomocí softwaru NutriPro Expert pro nutriční terapeutů vyhodnocovala jídelníčky vytrvalostních běžců.

Hlavním cílem bylo zjistit, zda jsou rozdílné stravovací zvyklosti u výkonnostních a rekreačních vytrvalostních běžců. Na základě hlavního cíle jsem si stanovila několik hypotéz, ve kterých předpokládám, že příjem většiny složek potravy bude u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Díky kvantitativnímu výzkumu mohu tvrdit, že rozdíl mezi příjmem jednotlivých složek potravy u výkonnostních a rekreačních sportovců opravdu je. Výkonnostní i rekreační běžci se stravují dle jejich energetických potřeb.

Klíčová slova: vytrvalost, běh, výživa, sportovní výkon, energetický metabolismus, doplňky stravy

ABSTRACT

Topic of my bachelor thesis is Nutrition for endurance runners. Generally, relation between nutrition and sport activities is very popular current topic. I am an active long-distance runner myself; therefore people often ask me what the right nutrition for athletes should consist of and what might possibly cause negative effects.

This thesis was divided into two main parts, theoretical and practical. The first one is structured from general information through specification of terms endurance and nutrition to detailed description of individual components of nutrition. The second part consists of evaluation of long-distance runners' nourishment by NutriPro software, specialized tool for nutrition therapists.

The main goal of this thesis is to discover potential differences between performance and recreational long-distance runners. There were some hypotheses determined according to this goal, especially those referring to presumable higher intake of most nutrition components by performance runners in comparison to recreational ones.

As a result of quantitative research, I can confirm that there is definitely difference in intake of individual nutrition components between performance and recreational runners because both groups have different needs as far as their energy income is concerned.

Key words: endurance, nutrition, sporting performance, energy metabolism, nutrition supplements

Obsah

TEORETICKÁ ČÁST

1	Úvod	9
2	Vytrvalostní běh	10
2.1	Rekreační a výkonnostní běh	10
2.2	Aerobní a anaerobní zátěž	11
2.3	Fyziologie vytrvalostního výkonu.....	11
2.3.1	Energetické zajištění vytrvalostního výkonu	12
2.3.2	Energetické substráty pro vytrvalostní výkon	12
3	Výživa ve vytrvalostním běhu.....	14
3.1	Základní živiny.....	14
3.1.1	Sacharidy	14
3.1.1.1	Metabolismus sacharidů	15
3.1.1.2	Sacharidová superkompenzace.....	15
3.1.1.3	Glykemický index	16
3.1.2	Lipidy	16
3.1.2.1	Metabolismus tuků	17
3.1.2.2	Cholesterol.....	17
3.1.3	Proteiny	17
3.1.3.1	Metabolismus proteinů	18
3.1.3.2	Dusíková bilance	18
3.1.4	Vitamíny	18
3.1.5	Minerály a stopové prvky	21
3.1.6	Voda	23
4	Energetický metabolismus a jeho základní složky	25
4.1	Energetický výdej při vytrvalostním tréninku.....	26
5	Vliv výživy na vytrvalostní výkon	28
5.1	Výživa před vytrvalostním výkonem	28
5.2	Výživa během vytrvalostního výkonu	29
5.3	Výživa po vytrvalostním výkonu	29
6	Pitný režim.....	30

6.1	Pitný režim před výkonem	31
6.2	Pitný režim v průběhu výkonu	31
6.3	Pitný režim po výkonu	32
7	Doplňky stravy	33
7.1	Karnitin	33
7.2	Kofein.....	33
7.3	Větvené aminokyseliny	34

PRAKTICKÁ ČÁST

8	Cíle, hypotézy a design práce	35
8.1	Cíle	35
8.2	Hypotézy	35
8.3	Design práce.....	36
9	Metodika práce	37
9.1	Charakteristika souboru	37
9.2	Metody tvorby dat	37
9.3	Praktický průběh realizace	38
9.3.1	Problémy vyskytující se během realizace	38
10	Výsledky a diskuse	40
10.1	Výsledky	40
10.2	Diskuse.....	47
11	Závěr.....	52
	Seznam použitých zkratk	53
	Literatura a jiné zdroje	54
	Příloha	55

1 Úvod

Pojmy výživa a sport jsou v dnešní době velmi horkým tématem. Sportovci si uvědomují důležitost výživy při sportovním výkonu. Bohužel se často setkávám s tím, že si tento fakt opravdu uvědomují, ale nevědí, jak na to. Čím dál častěji se setkávám s dotazy, co mají jíst, co dělají v tomto směru špatně. Stěžují si, že neumí správně načasovat svůj jídelníček. Jak správně sestavit jídelníček, aby jídlo, které sní před, v průběhu a po závodě nepůsobilo kontraproduktivně na jejich sportovní výkon? Tato otázka mě dovedla k provedení výzkumu, kde zjišťuji, jak jsou na tom sportovci s příjmem jednotlivých složek potravy a dodržováním pitného režimu.

V této práci se zaměřuji na vytrvalostní běžce. Dle mého názoru je energetické pokrytí vytrvalostního výkonu náročné a dodat tělu potřebné živiny ve správném množství je zásadní pro jejich sportovní výkon. Konkrétně se zaměřuji na vytrvalostní běžce rekreační tzv „hobíci“ a výkonnostní, kteří se věnují běhu pravidelně a systematicky se připravují na vybraný závod. Rozhodla jsem se zjistit, zda je zásadní rozdíl mezi stravováním těchto dvou skupin vytrvalců. Mnohdy se setkávám s případy, kdy sportovní výkon rekreačního běžce bývá lepší než výkon výkonnostního běžce. Důvodem může být předstartovní napětí, zdravotní stav, ale dle mého názoru je pravděpodobné, že problém je právě ve správné výživě.

Má bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. První část je strukturovaná od obecných informací, vymezení pojmů vytrvalost a výživa po konkrétní příklady správně načasovaných jídelníčků a správného výpočtu energetického výdeje. V části druhé zpracovávám získaná data a uvádím zjištěné výsledky. Na základě výsledků vyvozují závěr a plním tak hlavní cíl práce. Své poznatky z této práce bych ráda převedla do praxe a věnovala se sportovcům více individuálně. Získávat od nich zpětnou vazbu a s tou nadále pracovat.

Věřím, že tato práce je přínosem nejen pro sportovce „hobíky“ a výkonnostní sportovce, ale i pro jejich trenéry. Vzhledem k zjištění rozdílu mezi dvěma zkoumanými skupinami si trenéři uvědomí, že každý sportovec potřebuje jiný přístup nejen, co se fyzického tréninku týče, ale především individuální přístup v oblasti výživy. Každý by si zde měl nalézt odpověď na svou otázku ohledně výživy při vytrvalostním výkonu.

2 Vytrvalostní běh

Za vytrvalostní běžce považujeme maratonce, orientační běžce, atlety (3000, 5000 a 10 000 km), nadšence, kteří se věnují extrémním závodům, jako jsou Horské maratony, Ultra trialy, OB – Rogaining, Skyrunning a podobné. Jednoduše řečeno sem patří běžci, kteří se věnují běhu na delší až extrémně dlouhé vzdálenosti.

„Vytrvalost je komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co největší intenzitou ve stanoveném čase.“

(P. Panuška, 2014, str. 27)

Vytrvalost je dovednost překonávat únavu, ke které dojde poklesem energetických rezerv nebo změnou vnitřního prostředí. Hlavním zdrojem energie pro vytrvalostní aktivitu jsou ATP, adenosintrifosfát a CP, kreatinofosfát. Jedná se o aktivitu, která probíhá delší časový úsek a to déle než 2-3 minuty za nízké, střední nebo maximální intenzity. Dochází k dlouhotrvajícím statickým nebo dynamickým kontrakcím různých svalů, což vyžaduje rychlý přenos nervových signálů do svalů. Vytrvalostní aktivita využívá jak aerobní, tak anaerobní metabolismus, záleží na době a intenzitě zatížení.¹⁹

Tabulka A. Rozdělení vytrvalostní zátěže

Druh zátěže	Vzdálenost	Čas	Proces získání energie
rychlostně – vytrvalostní zátěž	běh 400 m	45-60 sekund	anaerobní glykolýza
krátkodobá vytrvalostní zátěž	běh 800 m	105-120 sekund	anaerobní glykolýza oxidativní fosforylace
střednědobá vytrvalostní zátěž	běh 1500 m	3,30-13 minut	oxidativní fosforylace
dlouhodobá vytrvalostní zátěž	běh 5000 km	13-60 minut	oxidativní fosforylace lipolýza
velmi dlouhá vytrvalostní zátěž	maraton (42, 5 km)- více	2 a více hodin	oxidativní fosforylace glukoneogeneze

(upraveno dle Z. Vilikus, 2012, str. 4-10)

2.1 Rekreační a výkonnostní běh

Rekreační pojetí fyzické aktivity spočívá v radosti z pohybu. Rekreační běžci vykonávají soubor sportovních aktivit, nejen běh, za účelem odpočinku a udržení dobrého zdravotního stavu. Věnují se doplňkovým sportům nejčastěji cyklistice, plavání, běhu na lyžích a vysokohorské turistice. Cílem rekreačních sportovců není výrazný sportovní

výkon či profesionální seberealizace prostřednictvím sportu. Sportem nabírají síly a uvolňují fyzické či psychické zatížení z běžných denních aktivit.¹⁴

Výkonnostní sportovci mají zájem o hodnotný sportovní výkon. Jejich příprava je systematická a mají vyšší výkonnostní standardy. Jejich cílem je se neustále zdokonalovat a měřit své síly se soupeři. Vyhledávají soubory různých sportovních soutěží a systematicky se na ně připravují. Tyto soutěže mohou být i na mezinárodní úrovni. Představují společenskou a kulturní událost. Výkonnostní sportovci mají snahu neustále zlepšovat svůj sportovní výkon.¹⁴

2.2 Aerobní a anaerobní zátěž

Aerobní vytrvalost je předpokladem pro fyzickou aktivitu vytrvalostního charakteru, při které jsou energetické zdroje štěpeny za přístupu kyslíku. (lipolýza a oxidativní fosforylace).¹³

Při anaerobní vytrvalosti je dodávána energie štěpením svalového ATP a jeho následnou resyntézou anaerobním metabolismem. Tento děj probíhá bez přístupu kyslíku za vzniku vedlejšího produktu – kyseliny mléčné.¹³

2.3 Fyziologie vytrvalostního výkonu

Faktory, které ovlivňují kvalitu vytrvalostního výkonu, jsou: kardiopulmonální soustava, celkové množství hemoglobinu, kvalita CNS a periferních nervů, dýchací soustava, síla, rychlost a genetické predispozice pro vytrvalostní aktivitu.¹⁹

Při systematickém tréninku se zvyšuje minutový oběh krve, což vede ke zlepšení výkonu. Dýchací soustava se podílí na zajištění přístupu více vzduchu za menší počet nadechnutí. Maximální množství přijatého kyslíku při zátěžovém testu se zátěží do subjektivního maxima a analýzou vydechovaných plynů je způsobem, kterým se zjišťují hodnoty $VO_2 \text{ max}$. Zjištěné údaje informují o celkové tělesné zdatnosti sportovce. U vytrvalostních sportovců se hodnoty pohybují u žen kolem 70 ml/kg/min a u mužů 80 ml/kg/min. U extrémně aerobně disponovaných jedinců mohou být hodnoty ještě vyšší. Doba činnosti na úrovni $VO_2 \text{ max}$ je přibližně 2-5 minut.¹⁹

Dalším z významných faktorů ovlivňující vytrvalostní výkon je hranice aerobního a anaerobního prahu.

Aerobní práh je vrcholem, kdy začíná stoupat rychlá glykolýza a hladina kyseliny mléčné se pohybuje okolo 2-3 mmol/l. Aktivují se převážně pomalá svalová vlákna. Se zvyšující se intenzitou zátěže pomalá vlákna nepostačují na nároky cvičení a nastupuje aktivace rychlých svalových vláken.¹³

Anaerobní práh je udáván bodem, kdy dochází k rychlému vzestupu glykolýzy a hladina kyseliny mléčné se vyšplhá až na hodnoty mezi 3-8 mmol/l.¹⁹ Po jeho překročení je

produkce laktátu v těle vyšší než rychlost procesu odbourávání, což vede k akumulaci laktátu v krvi.¹³

Dalším ukazatelem vytrvalostní výkonnosti je tepová frekvence. S rostoucí vytrvalostní výkonností klesá a v klidové fázi bývá 40-50 tepů za minutu. Veškeré hodnoty ovlivňuje věk, pohlaví, intenzita běhu, členitost terénu a již zmiňovaná trénovanost jedince.¹⁹

2.3.1 Energetické zajištění vytrvalostního výkonu

Čím více se zvyšuje fyzická činnost, tím vyšší je potřeba energie. Energie je pojem, který zahrnuje přeměnu makroživin, sacharidů, bílkovin a tuků, které obsahují chemickou energii. Celý proces tvorby energie se dá shrnout pod pojem bioenergetika.⁹ Zásadní pro svalovou činnost a růst svalů je dostatečná zásoba ATP neboli adenosintrifosfátu a CP neboli kreatinofosfát. Počet získaných molekul ATP z 1mmol glukózy se liší dle procesu, který právě probíhá.¹⁹

Hlavní živiny, které se při dlouhotrvajícím výkonu využívají, jsou sacharidy a tuky. V případě sacharidů jde o práci se zásobou glykogenu v těle. Celkové množství glykogenu uloženého v těle činí 300-400 g, při cvičení je k dispozici pouze jeho část.¹² Svalový glykogen není schopen se dostat přímo do krve. Ze svalového glykogenu se odštěpí jednotka glukózy, na kterou se navážou fosfátové skupiny a dohromady tvoří fosfátové sacharidy. Právě tyto sacharidy nemohou volně přestupovat přes membránu do krve. Zatímco z jaterního glykogenu je odštěpena glukóza pomocí fosfatázy a ta může opouštět buňky. Sacharidy uskladněné v nečinných svalech mohou být využity jinde, pokud jsou uvolněny ve formě pyruvátu, alaninu nebo laktátu. Při téměř úplném vyčerpání glykogenu ze svalů dochází k únavě a nucenému přerušování fyzické aktivity. Energie uvolněná z jater mnohdy nestačí na pokrytí potřeby ve svalech a dochází k poklesu glykemie. U zdravého člověka to neznamená nijak závažné ohrožení výkonu, ale je zapotřebí neustálý transport glukózy do mozku. Z výše uvedeného vyplývá, že běžec zapojený do vytrvalostního tréninku musí přijímat dostatečné množství sacharidů potravou. Pokud je zásoba sacharidů nedostatečná, organismus začne čerpat energii z tuků popř. bílkovin. Energie, která vznikne syntézou těchto dvou složek potravy, však není tak rychlá a srovnatelná s energií, kterou získáváme syntézou sacharidů.^{12;13;19}

Za předpokladu, že nejsou k dispozici již zmiňované sacharidy, začne organismus čerpat energii z tuků, popřípadě bílkovin. V případě, že začne docházet k syntéze strukturálních bílkovin, je organismus vystaven ohrožení zdraví a následně snížení výkonnosti. V organismu neexistuje jejich stálá zásoba, bílkoviny se neukládají.¹⁹

2.3.2 Energetické substráty pro vytrvalostní výkon

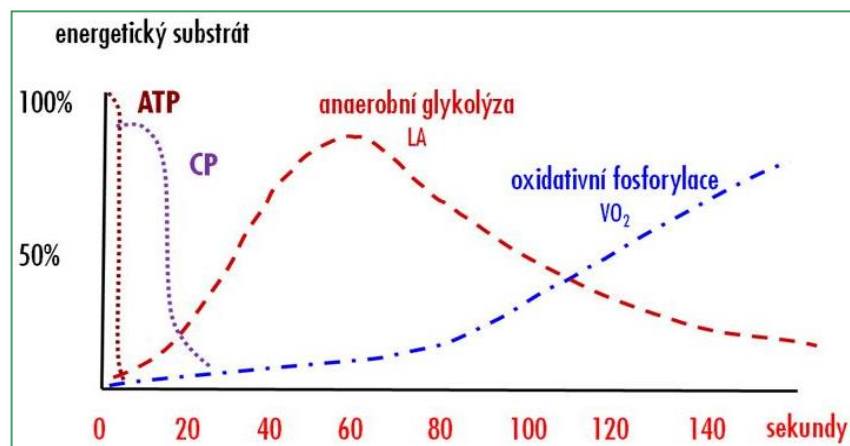
Během první minuty fyzického výkonu probíhá proces zvaný anaerobní metabolismus. V průběhu tohoto procesu dochází ke spalování glukózy bez přístupu

kyslíku. Jako vedlejší produkt vzniká kyselina mléčná neboli laktát. Vysoká koncentrace laktátu zabraňuje běžcům pokračovat v jejich výkonu, dochází k únavě. Z 1 mmol glukózy vzniknou 2 molekuly ATP, což je oproti jiným procesům značně méně, ale její nástup je o to rychlejší. V dalších minutách vytrvalostního výkonu se začne zapojovat proces oxidativní fosforylace, součást aerobního metabolismu. Ta už probíhá za přístupu kyslíku, považujeme ji za součást aerobního metabolismu. Oxidativní fosforylace probíhá ve dvou fázích. První fází je tzv. Krebsův cyklus, během kterého vznikají látky potřebné pro druhou fázi oxidativní fosforylace, kterou je dýchací řetězec. Během této fáze vznikne z 1 mmol glukózy 38 molekul ATP, což je v porovnání s anaerobní glykolýzou znatelně více. Zde už se laktát netvoří. Následujícím dějem je lipolýza. Zdrojem energie pro lipolýzu jsou především tuky. Jde o rozklad tuků na glycerol a mastné kyseliny. Mastné kyseliny pak dále podléhají tzv. β -oxidaci. Zde je získáno z 1mmol glukózy asi 17 molekul ATP. Tvorba laktátu je mizivá, při lipolýze se stačí odbourávat. S déle trvající fyzickou zátěží se podíl lipolýzy zvyšuje. Při maratonech a několikahodinových bězích může nastat proces glukoneogeneze, což je „nouzový“ energetický proces. Jedná se o přeměnu tuků na sacharidy. Energie vzniklá tímto způsobem je nesrovnatelná se získáním ATP přímo ze sacharidů. Tělo sportovce je schopno tento proces využívat, ale dochází ke zhoršení výkonu.¹⁸

Využití jednotlivých makroživin je také ovlivněno množstvím využití $VO_2 \text{ max}$. V případě využití tuku, $VO_2 \text{ max}$ nepřesahuje 50 % a jde spíše o aktivitu s nízkou intenzitou. Tuk dodává energii více než z poloviny a zbytek energie je brán z oxidace glukózy v krvi a ve svalovém glykogenu. Pokud se $VO_2 \text{ max}$ pohybuje okolo 60-65 % pak je získávání energie ze sacharidů a tuků přibližně v rovnováze. Čím je větší $VO_2 \text{ max}$ při výkonu, tím více se využívá energie ze sacharidů.¹⁹

Pokud se u sportovce objeví jakékoli omezení metabolismu, jsou pravděpodobně způsobená nevhodným doplňováním živin, které pro svalová vlákna představují dostatečný transport potřebné energie.

Tabulka B. Zdroje energie při zátěži různé délky trvání



(Z. Vilikus, 2012, str. 5)

3 Výživa ve vytrvalostním běhu

3.1 Základní živiny

Lidský organismus potřebuje energii neustále. Udržení základních životních funkcí, štěpení a metabolizování potravy, činnost svalstva, termoregulace, to jsou funkce, které by těžko fungovaly tak, jak mají bez potřebné energie. Pro běžné denní činnosti od ranního vstávání až po náročný den v práci je též energie nepostradatelná. Jednoduše řečeno, energie je hnací motor pro naše tělo.² Člověk proto musí dodávat tělu energii každý den vyváženou a pestrou stravou.

Energie je získávána ze základních živin neboli nutrietů. Nutrienty rozdělujeme na makronutrienty a mikronutrienty. Mezi makronutrienty zařazujeme sacharidy (cukry), lipidy (tuky), proteiny (bílkoviny) a alkohol.¹⁷ Aby došlo ke správnému využití přijímaných živin, musí se pomocí metabolismu rozdělit na menší části. Rozkladem 1 g bílkovin získáme stejně jako z 1 g sacharidů 17kJ (4,1kcal), a z 1g tuků 37kJ (9kcal).¹⁷

“Metabolismus je proces, při němž tělo rozkládá živiny a využívá je jako zdroj energie pro rozmanité tělesné funkce“.

(H. Skolnik, 2011, str. 18)

Důležitou roli ve výživě sportovce hrají i mikronutrienty. Patří sem vitamíny, minerální látky a stopové prvky. Podle přijímaného množství jsou dále děleny na makro a mikro elementy. Přičemž makroelementy přijímáme v dávkách větších než 100 mg denně a mikroelementy ve stopovém množství (mikrogramové dávky denně).¹⁷ Nedostatek těchto látek i přes to, že se jejich přijímané množství pohybuje v rozmezí miligramů, způsobuje řadu zdravotních komplikací. Mezi nejčastější příznaky patří únava, kožní defekty a poruchy krevetvorby. Dle většiny sportovních lékařů není nutné doplňovat mikronutrienty pomocí určitých suplementů. Stěžejní je v tomto případě dostatečná a pestrá strava.¹²

Všechny uvedené složky potravy jsou významné pro správný chod organismu. Především pak u sportovců, pro jejich zdraví, kvalitní trénink a maximální sportovní výkon. V případě zvýšené fyzické aktivity logicky stoupají energetické nároky. Proto je zapotřebí doplňovat energii tak, aby pokryla naši energetickou potřebu. Pokud doplňujeme energii nedostatečně, dochází ke komplikacím v podobě nechtěného úbytku na váze nebo únavě a celkovému zhoršení sportovního výkonu.^{17; 15}

3.1.1 Sacharidy

Sacharidy jsou základní, primární a preferovaný zdroj energie pro jakýkoli svalový pohyb. Mozek a centrální nervová soustava potřebují tento zdroj energie neustále. Podle počtu cukerných jednotek rozdělujeme sacharidy na monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy neboli složené cukry.¹⁷ Kvalitním zdrojem sacharidů jsou celozrnné obiloviny, ovoce, zelenina, luštěniny, mléko, med a džusu.¹⁵

Existují 3 druhy monosacharidů, kterými jsou glukóza, fruktóza a galaktóza. Mezi oligosacharidy patří sacharóza (řepný a třtinový cukr), laktóza (mléčný cukr) a maltóza. Polysacharidy se dělí podle schopnosti štěpit se na stravitelné, ty najdeme v luštěninách, obilovinách, bramborách a nestravitelné polysacharidy (vláknina), které jsou obsaženy v ovoci, zelenině a obilninách.^{17;15}

Ve výživě sportovce jsou sacharidy základním a nejrychlejším zdrojem energie. Ukládají se do svalů ve formě glykogenu. Denní energetický příjem by měl obsahovat 50 %-60 % sacharidů. Je ale nutné vědět, kdy a jaký sacharid je vhodné konzumovat. Správné načasování je základ pro kvalitní sportovní výkon.¹⁵

3.1.1.1 Metabolismus sacharidů

Mezi jídly se ze sacharidů přijatých potravou syntetizuje glukóza z glykogenu, který je uložen ve svalech nebo syntetizací z necukerných substrátů. Glukóza slouží jako energetický substrát pro buňky. Rychlost transportu glukózy do buněk reguluje hormon inzulin.¹¹ Po jídle se tělo zásobuje novou zásobou glykogenu společně s triacylglyceroly z nadbytku glukózy.⁵ Část se přemění na zásobní glykogen do jater a část je uložena ve svalech. Svalová buňka obsahuje 1 % glykogenu a jaterní tkáň 6-8 %. Glykogen je štěpen procesem glykogenolýza, a ten slouží jako zdroj energie pro všechny dostupné tkáně. Glykogen svalový lze využít pouze místně.¹¹ Neustálou potřebu glukózy v organismu má především mozek a erytrocyty.⁵

3.1.1.2 Sacharidová superkompenzace

Sacharidová superkompenzace je způsob, kterým někteří sportovci navyšují zásobu glykogenu před vytrvalostním závodem či tréninkem. Při vytrvalostním výkonu dochází ke spotřebě nahromaděných zásob, proto je zapotřebí mít zásobu dostatečnou. Tu lze dodat dostatečnou konzumací sacharidů. A v takovém případě sportovci využívají sacharidové superkompenzace, kdy se zásoba může zvýšit až na dvojnásobek.

Sportovec sníží příjem sacharidů při vysoké tréninkové zátěži a následně zvýší příjem sacharidů a sníží tréninkovou zátěž. Dojde k tomu, že svalové buňky jsou „vyhladovělé“ po glykogenu a dochází až k dvojnásobnému zásobení. Způsobů, jak dodržovat sacharidovou superkompenzaci je mnoho a dnes je častější modifikace superkompenzace. Sportovci vynechávají první fázi, tedy snížení sacharidů a pouze navýší jejich příjem před závodem. Nevýhodou superkompenzace je častá únava nebo i střevní potíže. Problémy spojené se sacharidovou superkompenzací jsou individuální. U některých sportovců je vyvolán pocit slasti a předstartovní euforie, jiní můžou být unaveni a bez energie.^{9;18} Doporučený denní příjem sacharidů je 50-60 % denního příjmu, v případě zvýšení příjmu sacharidů u sacharidové kompenzace se vyšplhá až na 70-85 % denního příjmu.

3.1.1.3 Glykemický index

Glykemický index (GI) je způsob hodnocení sacharidových potravin, dle schopnosti zvýšit hladinu krevního cukru (glukózy). Udává, jak rychle přechází cukr do krve a jak silná musí být produkce inzulínu. Inzulín je hormon, který se vyplavuje za účelem udržení hladiny glykemie. Čím vyšší je glykemický index potravin, tím rychlejší je schopnost sacharidu vstoupit do krve. K tomu, aby se udržela hladina glykemie v krvi, slouží krom vyplavování inzulínu i další poměrně dost složité mechanismy.⁸ Hranici mezi potravinami rychle a pomalu zvyšujícími glykemií v krvi udává hodnota 70 pro vysoký GI a 55 pro nízký GI.¹⁵

3.1.2 Lipidy

Lipidy mají především funkci zásobních energetických jednotek a jsou stavební součástí buněčných membrán. V porovnání se sacharidy a proteiny mají energetickou denzitu až dvakrát větší, což vede k podstatnému zvyšování celkově přijaté energie.¹⁷ Jsou to estery mastných kyselin a dle počtu mastných kyselin rozlišujeme tuky na mono-, di- a triacylglyceroly.⁸ Triacylglyceroly představují hlavní součást přijímaných tuků v potravě člověka. Dle počtu dvojných vazeb v řetězci se dále dělí na nenasycené, které neobsahují žádné dvojně vazby, na monoenoové, ty mají jednu dvojnou vazbu a nakonec polyenoové mastné kyseliny, které obsahují více dvojných vazeb. Monoenoové a polyenoové jsou považovány za tuky nenasycené. Podle umístění dvojně vazby v lineárním řetězci můžeme mluvit o omega-3 a omega-6 mastných kyselinách. Zdrojem omega-3 mastných kyselin jsou ryby, lněné semínka, vlašské ořechy. Omega-6 najdeme ve slunečnicovém, kukuřičném a sójovém oleji. Tuky živočišného původu, tedy tuky nasycené, získávané konzumací másla, sádla, smetany a sýrů.¹⁷ Ve stravě by měly být mnohem častěji zařazeny tuky nenasycené oproti nasyceným. Udává se 5 % nasycených, 15 % mononenasycených a 7 až 10 % polynenasycených.⁶

U vytrvalostních sportovců je znatelně zvýšená potřeba tuků jak v závodě, tak během tréninku. Pohybuje se kolem 25-30% energie. Množství stoupá u vytrvalostních sportovců v chladu. Organismus čerpá energii z tukových zásob a šetří tak glykogenové zásoby, což pomáhá k oddálení únavy. K využití energie z tuků dojde asi po 20-30 minutách vytrvalostní aktivity a současně dochází ke sníženému využívání sacharidů. Neznamená to však, že nemusí být přijímáno dostatečné množství sacharidů, bez nich by nebyla možná syntéza tuků.¹¹ Častým problémem je, že běžec, který má hlad, podvědomě dává přednost potravinám s vysokým obsahem jednoduchých cukrů a tuků. Proto včasnou konzumací přiměřené porce hodnotnější potraviny lze předejít náhlé konzumaci například sladkostí, které jsou zdrojem vysokého obsahu cukrů a náhle zvyšují hladinu glykemie v krvi.³

3.1.2.1 Metabolismus tuků

Ke vstřebávání tuků dochází v tenkém střevě a poté jsou transportovány do venózního oběhu ve formě chylomikronů. Chylomikrony jsou největší lipoproteiny, které obsahují triacylglyceroly a cholesterol. Tzv. lipoproteinová lipáza hydrolyzuje triacylglyceroly a glycerol na mastné kyseliny. Ty jsou dále transportovány krví. Zbytek, který není hydrolyzován, se dostává do jater, kde je metabolizován. Poté jsou buď využity jako energetický substrát, nebo rozděleny na lipidy tělu vlastní. Velká část lipidů cirkulujících v krvi jsou ve formě lipoproteinů. Čím větší je molekula, tím obsahuje větší množství tuků.^{11;9}

3.1.2.2 Cholesterol

Pro lidský organismus je životně důležitý. Cholesterol považujeme za základní „stavební kámen“ hned několika hormonů. Podílí se na výstavbě buněčných membrán. Tělo si dokáže cholesterol samo vytvořit. Tvorbu mají na starost především játra, která vytvoří zhruba 1 gram denně.⁸ Nachází se pouze v potravinách živočišného původu (vnitřnosti, vejce, mléko a mléčné výrobky). Optimální hladina cholesterolu v krvi se pohybuje do 5 mmol/l. Eventuálně do 6,7 mmol/l je hodnota považována za lehce zvýšenou. Doporučuje se denně přijímat 300 g cholesterolu, optimálně 100 mg na 4200 kJ energie.¹¹

3.1.3 Proteiny

Proteiny neboli bílkoviny mají funkci stavební, funkční, regulační, enzymatickou, imunologickou a energetickou, často plní všechny role.¹² Hlavním jejich úkolem je obnovovat tkáň, syntetizovat hormony a enzymy. Největší zásobárnou bílkovin v těle jsou kosterní svaly. Proteiny jsou v těle rozkládány na mnoho rozmanitých molekul zvaných aminokyseliny. Aminokyseliny jsou považovány za „stavební kameny bílkovin“. Existuje 20 aminokyselin, ze kterých lze poskládat všechny druhy tělesných bílkovin. Po konzumaci bílkovin dojde k rozložení na aminokyseliny a následnému vstřebávání do krevního řečiště, kde jsou využity pro opravu či budování svalové hmoty, formování kostí, tvorba nových krevních buněk a růst nehtů a vlasů. Aminokyseliny známe esenciální a neesenciální. Esenciální aminokyseliny nejsou syntetizovány v organismu, sportovec musí dbát na jejich doplňování adekvátním zastoupením ve stravě.^{17; 11}

Esenciální aminokyseliny – valin, leucin, izoleucin, methionin, fenylalanin, lysin, threonin, tryptofan

Neesenciální aminokyseliny – glycin, glutamin, kyselina glutamová, asparagin, kyselina asparagová, prolin, cystein, tyroxin, serin, alanin, arginin

(L. Mandelová 2012, str. 18)

Bílkoviny lze ještě rozdělit dle původu na rostlinné a živočišné. Živočišné bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Mají vyšší biologickou hodnotu a vyšší vstřebatelnost.

Živočišné bílkoviny - vaječný bílek, libové maso savců, sýry, ryby

Rostlinné bílkoviny - mandle, vlašské ořechy, čočka, fazole

Příjem bílkovin se výrazně liší v závislosti na druhu sportovní aktivity. Konkrétně u vytrvalostních sportovců se denní příjem bílkovin pohybuje okolo 1,2 g na kg hmotnosti. Problém může nastat u sportovců s velmi nízkým energetickým příjmem. Jde o sportovce, kteří konzumují extrémně vysoké množství sacharidů nebo se snaží snížit příjem tuků. Bílkoviny jsou v potravě často doprovázeny tukem, což při snaze eliminace tuků v potravě dochází i k eliminaci bílkovin. V případě nedostatečného přísunu energie dochází ve svalch k zvýšené oxidaci bílkovin, takže taková strava nemůže nahradit běžný přísun bílkovin.^{15; 3; 12}

3.1.3.1 Metabolismus proteinů

Proteiny se rozkládají na jednotlivé aminokyseliny. Nejsou primárně přijímány jako zdroj energie, ale za účelem obnovování glukózy.⁸ Do buněk se dostávají pomocí aktivního transportu. Ve svalové a jaterní tkáni jsou včleňovány do buněčných bílkovin. V organismu dochází k neustálé obnově buněčných a tkáňových bílkovin. Jednotlivé aminokyseliny jsou spojovány do určitých řetězců – proces zvaný proteosyntéza. Tím se vytvoří bílkoviny specifické pro tělo. Po odstranění aminoskupiny (-NH₂) od molekuly může být bílkovina použita pro syntézu sacharidů i tuků. Tímto je lze využít jako zdroj energie. Z odloučených skupin (-NH₂) je tvořena močovina.¹¹

3.1.3.2 Dusíková bilance

Jedná se o bilanci přijatého dusíku ve stravě a vyloučeného dusíku převážně močí. Při pozitivní dusíkové bilanci, která nastává v případě, že je příjem vyšší, než výdej, dochází k nárůstu obsahu tělesných bílkovin. V opačném případě se jedná o negativní dusíkovou bilanci. U negativní dusíkové bilance dochází ke ztrátě strukturních a funkčních bílkovin. K pozitivní dusíkové bilanci dochází přirozeně během růstu. Často bývá přáním sportovců, kteří chtějí zvýšit objem své svalové hmoty. Přesné stanovení dusíkové bilance nelze provést. Zachycení všech ztrát dusíku (oloupáváním kůže, pocením) není možné a proto dochází k nesrovnalostem ve výpočtech a odhadu dusíkové bilance.¹²

3.1.4 Vitamíny

Vitamíny jsou organické látky, které zajišťují důležité biochemické funkce v běžném životě. Organismus si většinou nedovede sám tyto látky vytvořit, a musí být přijímány stravou. Jednotlivé vitamíny mají zcela odlišnou chemickou strukturu a také funkci. Hlavní funkcí vitamínů je likvidace volných kyslíkových radikálů, tedy funkce antioxidační. Podílejí se na metabolismu živin a jsou součástí koenzymů a hormonů.¹¹

Lze je rozdělit na vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) a rozpustné ve vodě (vitamín C a vitamíny skupiny B). Nemají žádnou energetickou hodnotu. Při dodržování pestré stravy by sportovec neměl být ohrožen deficitem vitamínů. Vitamíny rozpustné ve

vodě jsou při nadbytečném příjmu vyloučeny močí z těla ven. U vitamínů rozpustných v tucích může dojít ke kumulaci v tělesných tkáních, a následně tak dosáhne toxických hodnot, především vitamín A a D.¹¹

Riziko nedostatku se může objevit v případě, že sportovci snižují svůj energetický příjem dietami či jednostranně zaměřenou stravou. Neznalost výživy, životní styl a nedostatek financí, to mohou být faktory ovlivňující výběr potravin bohatých na vitamíny. V takovém případě možná jsou vitamíny v podobě suplementů na místě, alespoň slouží jako jistota. Pokud má sportovec tréninkové období a podstupuje těžký fyzický trénink, dochází k poškození svalové tkáně. Zvýšený příjem vitamínu C a E je možností, jak zlepšit ochranu proti následnému poškození tkání.¹¹

Tabulka C. Přehled vitamínů rozpustných v tucích, jejich projevy nedostatku a DDD

Vitamín	Funkce	Projevy nedostatku	Denní doporučená dávka	Zdroj
A	Podporuje růst epitelových buněk, antioxidační účinky, podpora vidění	Zvýšená náchylnost k infekcím, suchost kůže, šeroslepost, slepota	0,8-1,2 mg	Vnitřnosti, rybí tuk, sýry, maso, mléko Provitamín β-karoten – rajčata, paprika, špenát, meruňky, broskve
D	Regulace homeostázy vápníku a fosforu, stavba kostí, dělení a diferenciací buněk	Rachitida (u dětí), osteomalacie, osteoporóza	50μg	Rybí olej, játra, tuk z mořských ryb, mléko
K	Biosyntéza bílkovin, kalcifikace kostí, srážlivost krve	Poruchy krvácivosti	90-120 μg	Zelená listová zelenina, luštěniny, květák, vejce, maso, mléko
E	Antioxidační účinek	Anémie, poruchy reprodukce, narušená antioxidační obrana organismu	12-16 mg	Rostlinné oleje, ořechy, kukuřice, hrášek, vejce, játra, vnitřnosti, obilné výrobky

(upraveno dle L. Mandelová, 2007 str. 28 a S. Svačina, 2008, str. 40)

Tabulka D. Přehled vitamínů **rozpuštěných ve vodě**, jejich projevy nedostatku a DDD

Vitamín	Funkce	Projevy nedostatku	Denní doporučená dávka	Zdroj
B1 - Thiamin	Dekarboxylace při metabolismu tuků, sacharidů a alkoholu	Onemocnění Beri-Beri, zhoršení imunity	1,1-1,4 mg	Luštěniny, droždí, obiloviny
B2 - Riboflavin	Součást koenzymů FMD a FAD	Ragády ústních koutků, poškození kůže	1,2-2,1 mg	Droždí, luštěniny, játra, vejce, maso
B6 - Pyridoxin	Metabolismus aminokyselin, ovlivnění funkce nervového a imunitního systému	Dermatitida, anémie, neurologické příznaky	1,6-2,0 mg	Droždí, vnitřnosti, rybí maso, sója, zelenina
B12	Syntéza hemu, metabolismus mastných kyselin	Anémie, hyperhomocysteinémie	1µg	Játra, maso, ryby, vejce, mléko, sýry
Kyselina listová	Syntéza nukleových kyselin a erytrocytů	Anémie, růstová retardace	200µg	Listová zelenina, játra, luštěniny, ořechy, obiloviny
Niacin	Podílí se na oxidativní fosforylaci	Palegra= dermatitida, průjem, demence	18 mg	Maso, droždí, obilné klíčky, kvasnice, tmavý chléb
Kyselina pantotenová	Součást koenzymu A v intermediálním metabolismu	Únava, anémie, ztráta pigmentace, vlasů	6 mg	Sýry, ryby, rýže, luštěniny, žloutek, maso
C	Zvyšuje obranyschopnost, krvetvorba, tvorba kolagenu, podpora hojení, zvyšuje imunitu, zvyšuje využitelnost železa	Únava, opakované infekce, krvácení, záněty dásní, kurděje, krvácení do kůže, svalová slabost,	75-100 mg	Čerstvá zelenina a ovoce (jahody, citrusové plody)

(upraveno dle L. Mandelová, 2007 str. 28 a S. Svačina, 2008, str. 42)

3.1.5 Minerály a stopové prvky

Minerální a stopové prvky se podílí na stavbě kostí a nervosvalové dráždivosti. Jak bylo uvedeno kapitole 3.1 Základní živiny, lze minerály rozdělit do tří skupin, dle množství potřebného pro lidský organismus. Makroelementy, mikroelementy a stopové prvky. Nedostatek určitých minerálních látek se zjišťuje velmi špatně. Některé minerální látky organismus není schopen ukládat do zásoby, proto je důležité dbát na správné složení stravy. Nejen nedostatečným příjmem potravy, ale i zvracením, průjmem, močí, stolicí a zvýšeným pocením dochází ke ztrátám minerálních látek. Otázkou zůstává, zda v takovém případě přijímat suplementy. Opět záleží na každém individuálně, pokud má někdo podporující účinek daných suplementů ozkoušený, proč ne.^{11:8}

Sportovci, kteří dodržují určité diety, mohou být přesto ohroženi nedostatkem. Například deficit hořčíku, vápníku a železa jsou časté. Hořčík se ztrácí potem, takže dochází k ohrožení deficitem při tréninku v horkém počasí. U vytrvalostních sportovců také dochází ke zvýšenému obratu železa. V tréninkovém období jezdí spousta sportovců trénovat do vysokohorského prostředí. Tam dochází ke zvýšené koncentraci hemoglobinu a tím pádem i ke zvýšené potřebě železa. S vápníkem nastává problém u žen, pokud nepřijímají dostatečné množství vápníku ve stravě, zvyšuje se riziko zátěžových zlomenin z důvodu snižování kostní denzity. Deficit minerálních látek je vzácný, ale přesto k němu může u sportovců docházet. Sportovci pak mají pomalejší regeneraci, sníženou výkonnost a při dlouhodobém nedostatku jde i o poškození zdraví jedince.¹¹

Tabulka E. Přehled minerálních látek, jejich projevy nedostatku a DDD.

Minerální látka	Funkce	Projevy nedostatku	Denní doporučená dávka	Zdroj
Sodík	Hlavní extracelulární kationt - udržení acidobazické rovnováhy a osmolality krve	Dehydratace, pokles krevního tlaku, křeče	500-2400 mg	Sůl, sýry, uzeniny
Draslík	Hlavní intracelulární kationt – udržení acidobazické rovnováhy, přenos nervových impulsů	Slabost, apatie, nauzea, srdeční arytmie	2500-4000mg	Mléčné výrobky, obiloviny, luštěniny, ořechy, ovoce, zelenina
Hořčík	Činnost srdce a krevního oběhu	Únava, slabost, náladovost, bolesti hlavy, křeče	300-400 mg	Listová zelenina, ořechy, luštěniny,
Vápník	Součástí kostí a zubů, srážlivost krve, nervové signály	Osteomalacie, osteoporóza, zvýšená nervosvalová dráždivost	800-1000 mg	Mléko, mléčné výrobky, brokolice, obiloviny, luštěniny
Fosfor	Součástí zubů a kostí, součástí DNA a RNA	Svalová a respirační slabost	800-1200 mg	Maso, vše obsahující bílkoviny

(upraveno dle L. Mandelová, 2007 str. 29 a S. Svačina, 2008, str.)

Tabulka F. Přehled stopových prvků, jejich projevy nedostatku a DDD.

Stopový prvek	Funkce	Projevy nedostatku	Denní doporučená dávka	Zdroj
Železo	Přenos kyslíku, transport elektronů v dýchacím řetězci, oxidace, redukce	Bledost, únava, zvýšená náchylnost k infekcím,	8 mg	Maso, játra, zelenina, luštěniny
Zinek	Podíl na hojení ran	Retardace růstu	11 mg	Maso, luštěniny, celozrnné výrobky
Měď	Součást koenzymů a metaloproteinů	Postižení krevetvorby, imunitního systému, růstu vlasů,	2 mg	Ústřice, ryby, ořechy, čokoláda, sušené ovoce
Mangan	Koenzym mitochondriální superoxididmutázy, kofaktor pro hydrolázy	Lipidové abnormality, anémie	2,3μg	Ovesné vločky, kakao, čaj, celozrnný chléb
Selen	Koenzym glutationperoxidázy a tyroxindejodidázy	Snížení antioxidační a imunitní odpovědi	55-100μg	Mořští živočichové, vejce, vnitřnosti

(upraveno dle L. Mandelová, 2007 str. 30 a S. Svačina, 2008, str. 44)

3.1.6 Voda

Voda je neodmyslitelná součást lidského organismu. Množství vody v organismu je ovlivněno věkem a stavem organismu. U průměrného dospělého muže tvoří voda 60 % tělesné hmotnosti.² Z celkového množství vody v organismu spadá 40 % na tekutinu intracelulární, která je vázána na draslík. Zbylých 20 % zastupuje tekutina extracelulární. Tato tekutina je zastoupena v krvi a mezibuněčných prostorech. Je vázána na sodík. Sodík společně s draslíkem jsou hlavními kationty, které regulují rozdělení a změny vody.¹¹

V lidském organismu voda uspokojuje základní fyziologické a hygienické potřeby člověka. Mezi její hlavní funkce patří udržování stálého prostředí – homeostáza. Tvoří ideální podmínky pro průběh všech životních dějů. Díky vodě dochází v organismu k rozpouštění živin. Pomáhá při udržování tepelného komfortu člověka. Je reaktantem při hydrolytických a hydratačních reakcích.¹¹

Kontrolu dostatečně zavodněného organismu můžeme provést hned několika způsoby. Prvním takovým je sledování barvy moči. Čím tmavší moč vylučujeme, tím vyšší obsah odpadních látek se v ní vyskytuje.² Stejně tak barva moči upozorňuje na dehydrataci. Dehydratace samozřejmě souvisí i s množstvím vyloučené moči. Dalším možným způsobem kontroly hydratace je pocit žízně. Pokud nastane pocit žízně, v mnoha případech už k dehydrataci došlo. Na základě tohoto poznatku je nutné doplňovat tekutiny pravidelně

a i v případech, kdy sportovec žízeň nepocítuje. Dále velké výkyvy ve změnách hmotnosti, ty jsou také často signálem špatného hospodaření organismu s vodou. Voda se z organismu ztrácí povrchem kůže, stolicí, močí, dýchacími cestami, potem. Člověk neztrácí pouze vodu, ale i důležité ionty a minerální látky.¹¹

Doporučený denní příjem tekutin ovlivňuje několik faktorů. Je závislý na teplotě a vlhkosti prostředí, trénovanosti jedince, nadmořské výšce a intenzitě vykonávané fyzické zátěže. Obecně je tedy doporučováno vypít 2 litry denně. V případě podmínek, zvyšující potřebu tekutin jako jsou teplo, vlhko, nadmořská výška a další je zapotřebí množství tekutin navyšovat.¹¹

4 Energetický metabolismus a jeho základní složky

První ze základních složek energetického metabolismu je bazální metabolismus (BM). Podstatou bazálního metabolismu je pokrytí energetických nároků všech základních životních funkcí. Jde tedy o minimální potřebu energie na udržení stálého vnitřního prostředí organismu. Nejpřesnějších hodnot lze dosáhnout použitím metody buď přímé či nepřímé kalorimetrie. Tyto metody jsou poměrně náročné na realizaci a proto je možnost provést přibližný odhad pomocí určitých rovnic.¹⁸ Pro sportovce, kteří si chtějí spočítat svůj denní energetický výdej doma od stolu je tato varianta dostupnější a pohodlnější. Pomocí rovnic lze hodnotu BM určit na základě znalosti váhy, výšky, tělesného složení, věku a pohlaví. Harris-Benediktovu rovnice, zohledňuje váhu, výšku a věk. U výpočtů z této rovnice dochází k určitým nepřesnostem. Z údajů nelze zjistit, zda vysoká váha je především svalová či tuková tkáň, což ve finále vede ke sporným výsledkům bazálního energetického metabolismu. Lze tedy využít Cunninghamovu rovnici, ve které se počítá s tukuprostou tkání. Lze ji využít, pokud vyšetřovaný jedinec tuto hodnotu zná. Nebo opět existuje i verze přibližného výpočtu touto rovnicí, kde je zprůměrována tukuprostá tkáň u mužů 24 a u žen 22.¹⁵

Harris-Benediktova rovnice pro muže:

$$\text{BMR} = 66 + (13,7 \times \text{hmotnost (kg)}) + (5 \times \text{výška (cm)}) - (6,8 \times \text{věk})$$

Harris-Benediktova rovnice pro ženy:

$$\text{BMR} = 655 + (9,6 \times \text{hmotnost (kg)}) + (1,8 \times \text{výška (cm)}) - (4,7 \times \text{věk})$$

Cunninghamova rovnice pro muže:

$$\text{BMR} = \text{hmotnost (kg)} \times 24$$

Cunninghamova rovnice pro ženy:

$$\text{BMR} = \text{hmotnost (kg)} \times 22$$

(H. Skolnik, 2011, str. 198)

Přímá kalorimetrie

Zcela přesný energetický výdej lze určit pomocí přímé kalorimetrie. Probíhá tak, že si měřený člověk oblékne plášť, postaví se do speciální komory a teplo je zachycováno do ledu o teplotě 0 °C. Led vlivem lidského tepla taje a podle objemu vody, která se z ledu stane, se určí vynaložená energie. Tato metoda měření je velmi náročná a používá se velmi zřídka.¹⁸

Nepřímá kalorimetrie

Na základě $\text{VO}_2 \text{ max}$ lze také určit energetický výdej, v takovém případě jde o nepřímou energometrii. Předpokládá se, že spotřebováním 1l kyslíku se uvolní 4,7-5 kcal energie. Tomuto množství se říká energetický ekvivalent pro kyslík. Hodnota ekvivalentu je závislá na tom, které živiny se spalují. V případě cukrů se ekvivalent pohybuje okolo

21 kJ energie. Vzhledem k tomu, že při jakékoli fyzické aktivitě jsou primárním zdrojem energie sacharidy, vychází se z hodnot 21 kJ.¹⁸

Další složkou energetického metabolismu je termický, specificko – dynamický účinek potravy. Jde o složku, která se postará o děje potřebné k trávení potravy (peristaltika střev, produkce enzymů, správná funkce jater). Právě zmiňovaná funkce jater má největší podíl na celém termicko, specificko-dynamickém metabolismu.¹⁸

Termoregulace neboli správné hospodaření těla s teplem je nezbytné z důvodu přehřátí organismu nebo naopak k podchlazení. Energie vynaložena na udržení stálé tělesné teploty zaujímá 10 % celkového energetického metabolismu. Pocení nebo naopak svalový třes, to jsou děje, které pomáhají udržovat rovnováhu. Při pocení se organismus začne potit a již na tento děj spotřebuje 350-450 kcal. Běžně člověk vypotí 0,6-0,8 l za 24 hodin. Logicky se stoupající fyzickou aktivitou se množství potu zvyšuje. Při maratonských bězích se množství vyloučeného potu pohybuje okolo 3 l za hodinu, což je ztráta až 2000 kcal energie.¹⁸

V neposlední řadě nesmíme zapomenout na práci kosterního svalstva. Největší měrou se na energetickém výdeji člověka podílí svalová činnost. Při fyzické aktivitě svaly využívají až 95 % energie, která je až z 80 % přeměněna na teplo. Svaly tedy využívají téměř všechnu energii pro svoji práci. V klidu je to pak 1/3 celkové spotřebované energie. Obecně platí, že v klidu se z potravy přemění pouze 50 % na energii, zbytek energie z přijaté potravy připadne na metabolické děje a vylučování.¹⁸

4.1 Energetický výdej při vytrvalostním tréninku

Při výpočtu energetického výdeje u sportovců, kteří se věnují systematickému tréninku a závodům je zapotřebí počítat co nejpřesněji a přibližný odhad v takovémto případě není vhodný. Jak bylo uvedeno výše, naprosto přesné metody jsou náročné a komplikované. Ovšem Ainsworthová¹ uvádí výpočet dle MET. MET je metabolický ekvivalent, který počítá s tím, že spalujeme 1 kcal na 1 kg hmotnosti za 1 hodinu v klidu. Pokud se zvyšuje fyzická aktivita, zvyšuje se i hodnota MET. Z toho vyplývá, že hodnota MET je závislá na intenzitě zátěže.^{5:15}

Prvním krokem k výpočtu energetického výdeje je zapotřebí spočítat si svůj bazální metabolismus viz kapitola 4. Energetický metabolismus a jeho základní složky. Dále je k úplnému výpočtu zapotřebí určit si hodnotu pro běžnou denní aktivitu (FA) bez fyzické námahy. Platí následující, celodenní sezení u počítače (1,2), časté přecházení mezi budovami (1,3) nebo práce lesníka či práce na stavbě (1,5). Tyto dvě hodnoty vynásobíme a tím dostaneme energetický výdej bez tréninku či závodu.¹⁵

Dále si spočítáme, kolik kalorií spálíme pouze tréninkem. Vezmeme svou váhu v kg, kterou vynásobíme hodnotou MET pro danou aktivitu, viz Tabulka G a výsledek ještě

jednou vynásobíme časem (hod), po který jsme danou aktivitu vykonávali. Tím získáme energetický výdej během tréninku.

Tabulka G. Hodnoty MET pro vytrvalostní aktivitu a jiné sporty

MET	Aktivita	Specifikace aktivity
6	běh	indiánský běh (střídání běhu s chůzí)
7	běh	Jogging
8	běh	8 km/hod
12,5	běh	12,1km/hod
14	běh	13,8 km/hod
16	běh	16 km/hod
8	běh na lyžích	7 km/hod (střední tempo)
9	běh na lyžích	10 km/hod (vyšší tempo)
14	běh na lyžích	13+ km/hod (vysoké tempo)
6	kolo	20 km/hod
8	plavání	50 m/min

(upraveno dle Barbara E. Ainsworth, 1993, str. 74)

Jelikož je bazální metabolismus počítán pro 24 hodinový denní rytmus musíme odečíst počet kilokalorií, se kterými se počítalo v průběhu tréninkové zátěže. Pro vysvětlení uvedu příklad. Pokud sportovec trénoval 1 hodinu denně, je zapotřebí odečíst 1 hodinu klidového metabolismu od celkového počtu kilokalorií spálených během tréninku. Toto číslo zjistím následovně. Opět vezmu svou váhu v kg a tu vynásobím počtem hodin, po které trénink trval. Tuto hodnotu pak odečtu od celkového počtu kilokalorií vypočítaných v předcházejícím kroku.¹⁵

Jako poslední krok sečtu energetický výdej při běžných denních aktivitách a energetický výdej při tréninku. Výsledkem je energetický výdej při běžných denních aktivitách, tréninku i odpočinku.

5 Vliv výživy na vytrvalostní výkon

5.1 Výživa před vytrvalostním výkonem

U vytrvalců se nejčastěji setkáváme se strachem z toho, že jim je špatně od žaludku, jsou vyčerpaní ještě před startem nebo se nestačí dostatečně rychle připravit na následující závod. Mezi rizikové faktory, které mohou znepříjemnit průběh závodu, patří: únava, hypoglykemie, dehydratace a zažívací problémy (nevolnost, zvracení, zácpa, průjem, říhání, nadýmání). Vše se dá zvládnout při dodržování základních pravidel stravování, systematického tréninku a dostatečného odpočinku.

Hlavním cílem výživy před výkonem je poskytnout organismu dostatečnou zásobu energie. Energie využívaná při vytrvalostním závodě musí být dostatečně nahromaděna ve svalcích ve formě glykogenu. Svalový glykogen je zásobní polysacharid, u kterého dochází k degradaci při energetickém výdeji. Zásoba glykogenu ve svalu je v případě trénovaného svalu 100-120 mmol/kg vlhké váhy a v závislosti na délce a intenzitě tréninku tato hodnota klesá.¹⁵ Doplnit maximální množství glykogenu před zátěží lze pomocí strategie nálože sacharidů. Běžci 3-4 dny před zátěží postupně snižují tréninkovou zátěž a navyšují příjem sacharidů. Pokud se podaří správně zkombinovat tyto dva faktory, tedy dodržet konzumované množství sacharidů, které se doporučuje na 7-10 g/kg tělesné váhy a vhodné snížení tréninkové aktivity, tělo by se mělo dostatečně předzásobit energií. Díky konzumaci jídla před výkonem snižujeme riziko vzniku hypoglykemie, zaháníme hlad, dodáváme energii jak svalům, tak mozku a tím tak zamezujeme negativnímu ovlivnění samotného sportovního výkonu.¹⁵

Správné načasování jídla před soutěží je velice individuální. Přesný návod co má běžec jíst před závodem neexistuje. Každý běžec by měl vyzkoušet metodou pokus omyl, co mu nejvíce vyhovuje. Nejvhodnější doba na zkoušení je trénink či méně důležitý závod. U vytrvalců jsou střevní potíže způsobeny trhavými pohyby žaludku, ke kterým při běhu dochází. Na základě tohoto faktu se často setkáváme s jedinci, kteří před vytrvalostním závodem omezují příjem potravy. Nancy Clark², známá specialista na sportovní výživu radí, aby se sportovci snažili trávicí trakt na jídlo před závodem navykout. Doporučuje před závodem přijmout 200-300 kcal energie. Jak bylo uvedeno výše, každý si musí vyzkoušet, co jeho tělo snese. Obecně platí, čím je déle do startu závodu, tím složitější jídlo si může sportovec dovolit. Je dobré přemýšlet nad výživou několik dní před samotným závodem, připravit organismus na náročný fyzický výkon.²

Například sportovec ví, že následující den ho čeká 60-70 minutový běh. V takovém případě 3-5 hodin před startem zkonsumuje vysokosacharidové jídlo s nízkým glykemickým indexem. Příjem takového jídla se postará o dostatečné zásobení svalů glykogenem a zároveň nedojde k výkyvům krevní glukózy. Těsně před závodem, tedy 1-2 hodiny, je nejlepší sníst menší polysacharidovou svačinku v podobě gelů nebo tyčinek. Tyčinky a gely zamezí pocitu hladu a udrží stálou hladinu glukózy. V tomto případě není

vhodná tyčinka s obsahem tuku, jako jsou Tatranky nebo tyčinka Snickers. Jejich vysoký glykemický index spustí produkci inzulínu a nastane riziko vzniku hypoglykémie. Vysoký obsah tuků před závodem může znepríjemnit průběh závodu v podobě malátnosti a mdloby. Vytrvalec si vybírá takové jídlo, které zná a ví, jak je jeho trávicí trakt schopen na jídlo reagovat. Je třeba brát ohled na to, že trávení trvá nějaký čas a čím složitější jídlo, tím je poločas rozpadu a vstřebání látek delší. Proto je vhodné dávat přednost tekuté stravě. Spousta běžců má problém v den závodu pozřít jakékoli jídlo, v takovém případě je třeba myslet dopředu a jíst o to lépe den před závodem. Malá nápověda a trik, jak zabránit náhlému hladu je, že si sportovci balí jídlo s sebou. Balí si takové jídlo, které mají vyzkoušené a vědí, že v případě potřeby ho mají hned u sebe.^{12; 15}

5.2 Výživa během vytrvalostního výkonu

V průběhu výkonu se zásoby glykogenu, kterou si běžec před výkonem udělal, postupně zmenšuje a může dojít k jeho úplnému vyčerpání. Proto je důležité dodávat sacharidy v průběhu výkonu, aby měl organismus energii po celou dobu zátěže. To, že sportovec přijímá dostatek sacharidů v průběhu výkonu, už nijak nenavýší zásobu glykogenu ve svalu, ale šetří ho. V takovém případě si svaly berou energii přímo z krve ve formě glukózy. Sacharidy přijímané v průběhu jsou okamžitým zdrojem energie, neměly by však být doplňovány samotnou fruktózou a glukózou.¹⁵ Samotná fruktóza způsobuje nevolnost a při konzumaci velkého množství glukózy zas naopak dochází k zácpě, protože se vstřebává omezenou rychlostí. V průběhu tréninku by se tedy měly doplňovat směsi sacharidů v menších dávkách a postupně. Rozhodující je, zda se podaří udržet rovnováha mezi energetickým příjmem a výdejem.¹²

Doba zátěže je rozhodující pro příjem sacharidů. Vhodné je držet se pravidla 1g sacharidu na 1 kg váhy, frekvencí 3-4 krát za hodinu, zabrání tak pocitu hladu. Při závodě trvajícím déle jak 2 hodiny je vhodné konzumovat malé svačinky v podobě gelů a tyčinek, které obsahují glukózu a maltodextriny. S prodlužující se dobou zátěže se strava čím dál více blíží běžné stravě. Z čehož vyplývá, že sportovec, který je na trati po dobu 3-5 hodin si může dovolit v průběhu zkonzumovat třeba i sendvič se sýrem a šunkou.^{2;18}

5.3 Výživa po vytrvalostním výkonu

Doplnění energie a načerpání sil do dalšího závodu, přesně toto je cílem výživy po vytrvalostním výkonu. Jedná se o komplexní nutriční postup. Obnova zásob svalového a jaterního glykogenu, náhrada ztrát tekutin a elektrolytů a v neposlední řadě regenerační procesy pro obnovu svalových vláken.¹² Ihned po skončení závodu není organismus připraven přijímat potravu, proto 30 minut po skončení stačí doplňovat chybějící tekutiny a minerály. Následně po 30 až 90 minutách nastane vhodná chvíle pro doplnění zásob glykogenu. Konzumace potravin s vysokým glykemickým indexem se v tuto chvíli doporučuje, na rozdíl od výživy před výkonem. Potraviny s vysokým glykemickým indexem se postarají o doplnění glykogenu, který se během zátěže vyčerpal. Ve fázi

regenerační je vhodné doplnit krom sacharidů i dostatek bílkovin. V průběhu závodu dochází k rozpadu bílkovin, a aby sportovec neztrácel svalovou hmotu, je nutné doplnit i tuto složku výživy.¹⁸ Stejně jako u sacharidů je dobré držet se pravidla, u bílkovin tedy 0,5 g na 1 kg hmotnosti vytrvalce.² Nejen výživa, ale i dostatečný čas na zotavení a dostatek času na spánek je v regenerační fázi nepostradatelný. Součástí každého tréninkového plánu je odpočinkový den, tyto dny je vhodné se opravdu věnovat odpočinku a správnému složení stravy. Odpočinek, doplnění zásob energie a rehydratace jsou třemi základními kroky k dosažení optimální regenerace organismu a příprava na další závod.¹⁵

Tabulka H. Příklad vhodně načasovaného a sestaveného jídelníčku před, během a po 60 minutovém vytrvalostním závodu. Celkem 3607 kcal.

Snídaně (7:00)	2 krajíčky celozrnného chleba, máslo, sýr, šunka 150 g bílého jogurtu s marmeládou, hrst sušených brusinek 100 ml ovocného džusu + 100 ml voda 497 kcal
Přesnídávka (10:00)	směs ze sušeného ovoce (švestky, meruňky, brusinky, datle) 100 g jogurt, 200 ml chlazeného zeleného čaje 162 kcal
Oběd (12:00)	100 g krutí plátek s grilovanou zeleninou (cibule, paprika, rajče) s rýží kuřecí vývar se zeleninou a opékanými krutonky 480 kcal
Před tréninkem (14:30)	banán, 150 ml vody, sacharidová tyčinka 30g 207 kcal
Během tréninku (60 minut)	450 ml sportovního nápoje 50 kcal
Po tréninku – regenerace (16:30)	plnotučný mléčný kefír, jablko 227 kcal
Večeře (18:00)	200 g těstovin, tuňák, smetanová omáčka, hlávkový salát, rajčata, paprika, sýr brokolicový krém se zapečeným toastem 300 ml ovocného čaje 1109 kcal
Večerní svačina (20:00)	sladký tvaroh s piškoty 165 kcal

(upraveno dle H. Skolnik, 2011, str. 173)

6 Pitný režim

Hlavním cílem pitného režimu je zabránit vzestupu jádrové teploty a dostatečně tělo zásobit glycidy a tekutinou. Nutné je příjem tekutin kontrolovat. Nežádoucí účinky mohou nastat jak při nedostatečném, tak nadbytečném příjmu.⁹

V průběhu fyzické aktivity se člověk potí. Pocení je fyziologický proces, díky kterému se organismus brání proti přehřátí. Je to způsob, kterým si tělo udržuje stálou teplotu 36.5 °C. Množství potu závisí na intenzitě tréninku, teplotě prostředí a trénovanosti jedince. Potí se muži i ženy, pocení u žen však bývá efektivnější. Mnoho sportovců se před tréninkem nebo závodem plně soustředí na svůj výkon a spousta z nich zapomíná právě na dostatečné zásobení těla tekutinami. Stejně tomu je jak v průběhu tréninku tak i po něm. V průběhu „není čas“ na doplňování tekutin a po skončení soutěže sice někteří jedinci tekutiny doplňují, ale volí špatné tekutiny.³

Frekvenci pití ovlivňuje žízeň. Žízeň je vědomá potřeba vody a tekutin. Pokud dojde v těle k vysoké koncentraci některých látek v tělesných tekutinách, spustí se subjektivní pocit – žízeň. Houstne krev a zvyšuje se koncentrace sodíku. Pocit žízně je považován za alarmující signál upozorňující na nedostatek tekutin. Je tedy vhodné doplňovat tekutiny, ještě než ke vzniku žízně dojde. Při velké ztrátě tělesných tekutin (1 % hmotnosti) klade tělo zvýšené nároky na srdeční činnost, která se zvyšuje až o 5 tepů za minutu. Při ztrátě tekutin nad 3 % hmotnosti je organismus nedostatečně zavodňován a nastává dehydratace.³

6.1 Pitný režim před výkonem

Dostatečně hydratovat tělo před závodem, předcházet křečím a dehydrataci, na všechny tyto situace musí sportovec myslet již před začátkem závodu a to nejen pár hodin ale i několik dní. Dostatečně hydratace dosáhneme pravidelným podáváním tekutin 8 až 12 hodin před zátěží. V případě magnesia a látek, zamezujících vzniku křečí je tyto přípravky vhodné pít už 3 dny předem. Nemá však velký význam snažit se tělo tekutinami předzásobit. Dochází pak ke zvýšenému močení, což může být při vytrvalostním výkonu dosti na obtíž. Krom zvýšené tvorby moči se také snižuje koncentrace sodíku v krvi a následně dochází k hyponatrémii.⁵

Tekutiny přijaté před výkonem by měly být izotonické, aby se udržely v těle. Existuje také možnost pít hypotonické nápoje, ale v takovém případě je důležité současně zásobit tělo solí. Hypotonické nápoje mají obecně nižší osmolalitu než krev.² Sůl pomáhá zadržovat vodu v těle. Ledviny potřebují čas na vyloučení přijatých tekutin, proto je vhodné 60-90 minut před startem už nepít.¹⁸

6.2 Pitný režim v průběhu výkonu

V průběhu zátěže se organismus začíná zahřívat, běžec se potí. Pot je hypotonická tekutina a jeho tvorbou se zvyšuje osmolalita plazmy. Dochází ke ztrátám vody a důležitých elektrolytů. Jeden z významných je sodík, což je extracelulární kationt regulující změny vody. Problémy s doplňováním sodíku by u výkonu trvajících od 1 do 2 hodin neměl být problém, koncentrace sodíku a draslíku se v plazmě zvyšuje, což znamená, že doplňování těchto iontů není nutné. Pokud závod trvá okolo 1 hodiny,

sportovec si vystačí s průběžným doplňováním a osvěžováním vodou. Při aktivitě trvající déle nebo při vynaložení vyšší intenzity je nutné doplňovat tekutiny sportovními drinky.^{12;2;18} V případě extrémních závodů, trvajících okolo 4 hodin už doplnění sodíku bývá podstatné.

Obecně v průběhu zátěže je vhodné doplňovat tekutiny izotonickými nápoji. Takové nápoje musí obsahovat sodík a draslík. Přidávání dalších složek jako jsou vitamíny, hořčík nebo vápník jsou považovány za zbytečné. Hořčík dokonce díky svým tlumivým účinkům může snižovat výkon sportovce. Sodík se do nápojů přidává ve formě chloridu sodného v přiměřeném množství, aby nebyla ovlivněna chuť společně s draslíkem, který lze doplnit například vymačkáním grapefruitu do 1 litru vody.¹⁸

Chuť iontového nápoje přijímaného během zátěže značně ovlivňuje množství, které sportovec vypije. Logické je, že pokud by chuť nápoje nevyhovovala požadavkům sportovce, bude se do každého pití nutit a přijaté množství je menší. Mnohem příjemnější je, když vám nápoj sportovcům chutná a ještě dodá potřebné ionty.^{12;2}

6.3 Pitný režim po výkonu

Množství tekutin nutné přijmout po fyzické aktivitě závisí na úbytku tělesné hmotnosti během zátěže. Ztrátu 1 kilogramu hmotnosti vykompenzujeme 1 litrem tekutin. Na regenerační fázi, tedy na fázi po závodě jsou vhodné nápoje hypertonické. Zajišťují doplnění všech ztracených elektrolytů. Naprosto nevhodné nápoje v průběhu regenerační fáze jsou černý čaj, káva nebo mléko. Lépe zvolit minerální vodu. Po malých douškách hydratujeme organismus až do dalšího závodu či tréninku.^{18;15}

7 Doplnky stravy

Z názvu je patrné, že se jedná o látky, které slouží k doplňování výživy, nikoli plně nenahrazují výživu sportovců. Jedná se o látky, které obsahují zvýšený obsah vitamínů, minerálů, a dalších látek podporující zdravotní stav a výkonnost sportovců.¹¹ Dnes najdeme na trhu nespočetné množství nabízených výrobků. Každý sportovec má výběr a zvážení, zda doplňky stravy užívat ve svých rukou. Užívání doplňků je velmi individuální, každý si musí vyzkoušet, co mu nejvíce vyhovuje. Pokud u někoho po požití sportovních doplňků dochází ke zvýšení výkonnosti a on sám tento stav pociťuje, není důvod si doplněk nedopřát. Otázkou zůstává, zda nejde jen o placebo efekt. Důležité je dodržovat dávkování určené výrobcem a užívat pouze takové látky, které jsou schválené Ministerstvem zdravotnictví.¹⁸

7.1 Karnitin

Karnitin je látkou nacházející se v mase. Naše tělo má určité zásoby karnitinu neustále. Je vyráběn ze dvou aminokyselin.¹⁵ Hlavní význam karnitinu spočívá v dodávce energie kosterním svalům. Transportuje mastné kyseliny do buněk a šetří svalový glykogen.¹¹ Doporučená denní dávka pro vytrvalostní sportovce je ovlivněna intenzitou a objemem tréninku. Pohybuje se okolo 1-3g karnitinu denně.¹⁸

K deficitu karnitinu mohou vést extrémní sportovní výkony. Vzhledem k tomu, že karnitin je součástí masa, nejvíce ohrožení na nedostatek této látky jsou sportovci vegetariáni.¹⁸

7.2 Kofein

Patří do nejpopulárnější a nejpoužívanější stimulační látky na světě. Od roku 2004 již kofein není na seznamu zakázaných látek a jeho užívání je zcela legální. Kofein stimuluje činnost mozku, oddaluje únavu či zvyšuje srdeční činnost. Zvyšuje hladinu adrenalinu a mastných kyselin v krevní plazmě. Déle podporuje přenos draslíku do buněk svalových vláken, kde přispívá k jejich kontraktilitě. Za hlavní účinky kofeinu a zároveň hlavní důvody, proč vytrvalci tuto látku užívají, je zvýšená produkce katecholaminů, díky kterým dochází ke zvýšené lipolýze. Šetří svalový glykogen a potvrzuje ergogenní účinek. Denní doporučené dávkování, které vede ke zvyšování sportovního výkonu je $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti 1 hodinu před výkonem.^{18;10}

Mezi nežádoucí účinky kofeinu patří nespavost, bolest hlavy, zvýšená diuréza či narušená nervová koordinace. U sportovců se velmi často setkáváme se závislostí právě na kofeinu. Před startem jsou rozklepaní a nervózní, pokud nepřijmou dávku kofeinu, na kterou jsou zvyklí. MUDr. Ivan Mach¹⁰ v tomto vidí jediné řešení. Buď se s kávou úplně rozloučit, a tak zjistí stupeň závislosti na kofeinu nebo pitím zeleného či černého čaje.^{10;18}

7.3 Větvené aminokyseliny

Větvené proto, že mají rozvětvený řetězec, známé pod pojmem BCAA. Patří mezi ně leucin, izoleucin a valin, což jsou aminokyseliny esenciální. Jejich hlavní funkcí je ochrana před vlastním odbouráváním bílkovin, což napomáhá k udržení dusíkové bilance. Oddalují únavu a chrání organismus před poklesem hladiny glykemie. Konkrétněji o aminokyselinách uvedeno v kapitole 3.1.3 Proteiny.^{11;18}

8 Cíle, hypotézy a design práce

8.1 Cíle

Hlavním cílem této práce je rozbor stravovacích návyků vytrvalostních běžců. Zda se liší energetický příjem a výdej výkonnostních vytrvalců oproti rekreačním vytrvalcům. Konkrétně jde o sledování a rozbor stravy těchto dvou skupin sportovců. Porovnání příjmu jednotlivých složek potravy. Zjistit, zda jsou rozdílné stravovací zvyklosti u výkonnostních a rekreačních vytrvalostních běžců. Na základě hlavního cíle jsem si stanovila několik hypotéz, ve kterých předpokládám, že příjem většiny složek potravy bude u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců. Zda se liší příjem a výdej jednotlivých živin u obou skupin běžců, je statisticky potvrzeno či vyvráceno. Krom uvedených cílů je záměrem naučit se pracovat s novým softwarem pro nutriční terapeutu NutriPro Expert a rozvinout své vědomosti a dovednosti v oblasti statistiky v programu Excel.

8.2 Hypotézy

Aby se mi lépe plnily mé cíle, stanovila jsem si několik hypotéz. Následným výzkumem uvedené hypotézy potvrzují či vyvracím. Hypotézy předpokládají, že příjem jakýchkoli živin u výkonnostních běžců bude vždy vyšší vzhledem k celkově vyššímu energetickému příjmu oproti rekreačním běžcům. Výsledek, ať už kladný či záporný je podrobněji rozebrán v kapitole 10 Výsledek a diskuse. Předpokládám, že:

Hypotéza č. 1: Výkonnostní běžci mají vyšší energetický výdej než rekreační běžci.

Hypotéza č. 2: Výkonnostní běžci mají vyšší energetický příjem než rekreační běžci.

Hypotéza č. 3: Příjem základních složek výživy (sacharidů, cukrů, tuků, bílkovin a vlákniny) je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 4: Příjem minerálních látek je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 5: Příjem stopových prvků je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 6: Příjem vitamínů rozpustných v tucích i ve vodě je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 7: Příjem jednotlivých lipidů je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 8: Příjem jednotlivých esenciálních i neesenciálních aminokyselin je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 9: Výkonnostní běžci na rozdíl od rekreačních běžců nekonzumují alkohol.

Hypotéza č. 10: Konzumace kofeinu je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 11: Příjem tekutin je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

V teoretické části práce jsem si popsala denní doporučené dávky základních složek potravy, vitamínů, minerálních látek a stopových prvků, viz Tabulky E, F, G a H. Pravidla, jak si vypočítat svůj denní energetický výdej jsem též popsala v teoretické části práce v kapitole 4. Energetický metabolismus. S těmito informacemi dále pracuji v praktické části, především v diskusi a výsledcích a využívám jich při zpracování veškerých dat.

8.3 Design práce

Hlavní myšlenkou, proč provést tento výzkum byly časté dotazy rekreačních a výkonnostních vytrvalostních běžců ohledně stravování a jejich problémů vyskytujících se při fyzické zátěži. Rozhodla jsem se využít kvantitativního výzkumu. Má zvědavost mě přivedla na otázku, zda je zásadní rozdíl ve skladbě stravy u rekreačních a výkonnostních běžců. Na tuto otázku si díky statistickým výsledkům mohu jednoznačně odpovědět. Stanovila jsem několik hypotéz, které jasně určují, které složky výživy porovnávám.

Data jsem sebrala pomocí nového softwaru pro nutriční terapeutky NutriPro Expert. Tento software umožňuje nejen sportovcům, ale i všem ostatním klientům zadávat své jídelníčky online z pohodlí domova. NutriPro Expert nabízí velice podrobný rozbor stravy na jednotlivé základní složky výživy, vitamíny, minerální látky, stopové prvky a další látky. Pro tento software jsem se rozhodla na základě možnosti využívat ho kdykoli během výzkumu v knihovně Ústavu tělesné výchovy Univerzity Karlovy zcela zdarma. Dále jsem data zpracovala pomocí tabulkového programu Excel. Zde jsem využila statistické operace dvouvýběrového nepárového t-testu s rovností rozptylů. T-test umožňuje nejlepší možné statistické porovnání středních hodnot obou zkoumaných skupin běžců. Statisticky potvrzuje či vyvrací mnou předem stanovené hypotézy.

Teoretická část práce tvoří základ pro praktickou část. Struktura práce je stavěna od obecných informací po konkrétní specifika výživy vytrvalostních běžců. Veškeré informace zmiňované v teoretické části práce prakticky využívám v části praktické. Použitá literatura je aktuální, autoři daných monografií jsou známá lékařská jména v oboru výživy.

9 Metodika práce

9.1 Charakteristika souboru

Soubor respondentů, který tvoří základ pro mou práci je skupina vytrvalostních běžců. Jedná se o skupinu 20 vytrvalostních běžců, kteří se věnují běhu na 3 a 5 km, krosovým závodům a orientačnímu běhu. Průměrný věk, váha a výška sledované skupiny je 24 let, 64 kg a 173 cm. Drtivá většina respondentů jsou studenti vysokých škol. Mezi respondenty je 9 žen a 11 mužů.

Běžci jsou rozděleni do dvou skupin na rekreační a výkonnostní sportovce. Rekreační sportovci trénují maximálně 3 x týdně a jejich denní energetický příjem nepřesahuje 8500 kJ/den. Skupina výkonnostních běžců trénuje až 6 x týdně a jejich energetický příjem je vyšší než 8500 kJ/den. Ve skupině rekreačních běžců je 9 sportovců, z nichž je 5 žen a 4 muži. U výkonnostních běžců je celkem respondentů 11, 4 ženy a 6 mužů.

Kromě běžecí přípravy se běžci věnují doplňkově běhu na lyžích, plavání, cyklistice a vysokohorské turistice.

9.2 Metody tvorby dat

Jako první krok jsem vytvořila návod (viz Příloha), dle kterého respondenti vyplňovali svůj jídelníček po dobu 5 dnů (3+2 víkendové) online, dostupné na: <http://nutripro.cz/>. Kromě svého jídelníčku běžci uvádějí svou váhu, výšku, věk a denní fyzickou aktivitu. Celkem jsem získala jídelníček od 20 běžců.

NutriPro Expert podrobně rozebral jednotlivé jídelníčky běžců na základní složky výživy, vitamíny rozpustné v tucích a ve vodě, minerální látky, esenciální a neesenciální aminokyseliny a ostatní látky a určil jejich průměrný denní příjem. Dle denního energetického příjmu jsem respondenty rozdělila na dvě skupiny. Běžci, kteří přijímají méně než 8500 kJ/den a jejich fyzická aktivita je maximálně 3 x týdně jsem zařadila do skupiny rekreačních běžců. Ti, u kterých denní energetický příjem překračuje 8500 kJ/den a trénují až 6 x týdně i více figurují ve skupině výkonnostních běžců.

Všechny zjištěné hodnoty jsem statisticky porovnála pomocí dvouvýběrového t-testu s rovností rozptylů v tabulkovém programu Excel. T-test porovnává střední hodnoty dvou skupin, které jsou součástí jednoho zkoumaného souboru. Podle hodnoty P, která udává, zda je výsledek statisticky významný či nikoli jsem vyvrátila či potvrdila mnou předem určené hypotézy. Hranice mezi statisticky významným a statisticky nevýznamným výsledkem je 5 %. Pokud jsem zjistila, že hodnota P je větší, než 5 % uznala jsem výzkum za statisticky nevýznamný.

Výsledky t-testu uvádím v praktické části práce v přehledných tabulkách. Každá tabulka odpovídá jedné hypotéze. Na základě zjištěných výsledků rozvíjím diskusi a plním hlavní cíl práce.

9.3 Praktický průběh realizace

V říjnu 2014 jsem si zvolila téma a sehnala skupinu vytrvalostních běžců, kteří byli ochotni spolupracovat. Během listopadu jsem vytvořila návod a následně rozeslala běžcům, aby se seznámili s daným softwarem. Poté jsem zpracovala teoretickou část práce, kde jsem se seznámila s informacemi, které následně využívám v části praktické na vyhodnocování výsledků. Zde jsem si stanovila denní doporučené dávky všech složek potravy, které ve výsledcích porovnávám.

V průběhu prosince 2014 a ledna 2015 probíhal sběr dat a případné konzultace ohledně problémů vyskytujících se během vyplňování jídelníčků. Začátkem února 2015 jsem zjištěná data ze softwaru NutriPro Expert přepsala do tabulkového programu Excel a následně provedla dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů. Dané výsledky jsem převedla do grafů a následně zveřejnila v praktické části práce, kde každé hypotéze odpovídá jedna tabulka.

Do konce dubna 2015 práci odevzdávám se všemi potřebnými dokumenty. Během celé realizace mám umožněn přístup do knihovny Ústavu tělesné výchovy, kde mohu pracovat se softwarem NutriPro Expert. Své jednotlivé kroky konzultuji s vedoucím bakalářské práce.

9.3.1 Problémy vyskytující se během realizace

V teoretické části práce nebyl žádný problém s dostupností odpovídající literatury k tématu práce. Zdroje jsou aktuální a díky Národní lékařské knihovně jsem poměrně jednoduše vyhledala zdroje k tématům výživa a vytrvalostní sport.

V průběhu praktické části se vyskytlo hned několik problémů. Běžcům nevyhovoval systém, kterým se do softwaru zadávalo množství potravin. Software nabízí u každé potraviny možnost zadání 1 g nebo 100 g potraviny, v případě, že byla zadávána tyčinka o 40 g, musela být zadána jako 40 porcí 1 g tyčinky. V návaznosti na zadávání potravin byla malá nabídka jídel. Respondenti mnohdy nemohli najít potravinu, kterou potřebovali. V takovém případě NutriPro Expert nabízí možnost zadání vlastní potraviny, která vyžaduje několik údajů z obalu jako je obsah jednotlivých základních živin, vitamín C, obsah sodíku, draslíku, hořčíku ve 100 g výrobku a další. To je časově dost náročné a sportovci v mnoha případech odmítali každou potravinu, která nebyla již zadaná v databázi NutriPro Expert do systému zadávat.

Při zpracování již získaných dat nastaly problémy s formátem, ve kterém je software poskytuje. Rozbor stravy sportovců ze softwaru nešel jednoduše exportovat do

souboru Excel. To znamenalo všechna data přepsat ručně do excelových tabulek. Následné zpracování probíhalo bez větších komplikací.

10 Výsledky a diskuse

10.1 Výsledky

U každé hypotézy je znázorněna tabulka, která ukazuje výsledky porovnání energetického příjmu, výdeje a daných složek potravy. Hladina statistické významnosti je ve všech případech 5 %. Červeně zvýrazněny jsou signifikantní a hraniční výsledky. Hodnota $P (T \leq t)$ udává, zda jsou významné rozdíly mezi skupinou výkonnostních a rekreačních vytrvalostních běžců.

Hypotéza č. 1: Výkonnostní běžci mají vyšší energetický výdej než rekreační běžci.

Tabulka 1.

Energetický výdej (kJ)		
	<i>R</i>	<i>V</i>
x	9081	10864
SD	483	422
t Stat	8,8	
P (T<=t)	0,10%	
t krit (1)	1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritické hodnota

Výkonnostní běžci měli vyšší energetický výdej než rekreační běžci.

Tabulka 2.

Energetický výdej při sportu (kJ)		
	<i>R</i>	<i>V</i>
x	2428	4431
SD	785	1079
t Stat	4,6	
P (T<=t)	0,01%	
t krit	1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritické hodnota

Výkonnostní běžci měli též vyšší energetický výdej během fyzické aktivity než rekreační běžci.

Hypotéza č. 2: Výkonnostní běžci mají vyšší energetický příjem než rekreační běžci.

Tabulka 3.

Energetický příjem (kJ)		
	<i>R</i>	<i>V</i>
x	6706	10421
SD	1368	2705
t Stat	4,0	
P (T<=t)	0,08%	
t krit	1,73	

R=rekreační běžci, *V*=výkonnostní běžci, *x*=aritmetický průměr, *SD*=směrodatná odchylka, *t Stat*= vypočítaná hodnota, *P (T<=t)*=pravděpodobnost nulové hypotézy, *t krit*= kritická hodnota

Výkonnostní běžci měli vyšší energetický příjem než rekreační běžci.

Hypotéza č. 3: Příjem základních složek výživy (sacharidů, cukrů, tuků, bílkovin a vlákniny) je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 4.

Základní živiny										
	<i>Sacharidy (g)</i>		<i>Tuky (g)</i>		<i>Bílkoviny (g)</i>		<i>Vláknina (g)</i>		<i>Jednoduché cukry (g)</i>	
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>
x	215	327	51	79	66	107	20	27	63	88
SD	34	49	16	35	23	52	5	7	20	35
t Stat	5,78		2,20		2,16		2,95		1,89	
P (T<=t)	0,001%		2,02%		2,22%		0,43%		3,74%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, *V*=výkonnostní běžci, *x*=aritmetický průměr, *SD*=směrodatná odchylka, *t Stat*= vypočítaná hodnota, *P (T<=t)*=pravděpodobnost nulové hypotézy, *t krit*= kritická hodnota

Příjem všech základních složek výživy, které ukazuje tabulka 4. Základní živiny, byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 4: Příjem minerálních látek je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 5.

Minerální látky										
	Vápník (mg)		Hořčík (mg)		Fosfor (mg)		Draslík (mg)		Sodík (mg)	
	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
x	657	1243	259	400	1160	1876	2323	3395	2240	3374
SD	190	1226	36	115	268	902	318	968	864	989
t Stat	1,41		3,51		2,28		3,16		2,69	
P (T<=t)	8,71%		0,12%		1,73%		0,27%		0,74%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

U výkonnostních běžců byl příjem minerálních látek vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 5: Příjem stopových prvků je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 6.

Stopové prvky										
	Železo (mg)		Zinek (mg)		Měď (mg)		Mangan (mg)		Selen (µg)	
	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
x	11,80	18,11	7,88	12,49	1,45	2,04	4,27	9,93	47,24	68,29
SD	3,89	3,89	1,80	6,01	0,35	0,51	0,94	9,21	4,94	17,39
t Stat	3,60		1,79		2,95		1,82		3,50	
P (T<=t)	0,1%		2,0%		0,4%		4,2%		0,1%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Příjem všech stopových prvků byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 6: Příjem vitamínů rozpustných v tucích i ve vodě je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 7.

Vitamíny rozpustné v tucích								
	<i>Vitamin A (µg)</i>		<i>Vitamin D (IU)</i>		<i>Vitamin K (µg)</i>		<i>Vitamin E (mg)</i>	
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>
x	300	399	40,13	46,06	108	156	3,03	3,51
SD	278	354	29,29	32,00	43	119	1,66	1,73
t Stat	0,69		0,43		1,14		0,63	
P (T<=t)	25%		34%		13%		27%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, *V*=výkonnostní běžci, *x*=aritmetický průměr, *SD*=směrodatná odchylka, *t Stat*= vypočítaná hodnota, *P (T<=t)*=pravděpodobnost nulové hypotézy, *t krit*= kritická hodnota

Příjem vitamínů rozpustných v tucích byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 8.

Vitamíny rozpustné ve vodě										
	<i>Vitamin C (mg)</i>		<i>Thiamin (mg)</i>		<i>Riboflavin (mg)</i>		<i>Niacin (mg)</i>		<i>Kyselina pantotenová (mg)</i>	
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>
x	105	145	1,44	1,77	1,54	2,01	15,90	24,2	4,28	6,17
SD	43	129	0,50	0,62	0,43	0,88	4,14	8,51	0,80	2,16
t Stat	0,86		1,26		1,44		2,68		2,47	
P (T<=t)	20%		11%		8%		0,77%		1,19%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

	<i>Vitamin B6 (µg)</i>		<i>Folacin (µg)</i>		<i>Vitamin B12 (µg)</i>		<i>Kyselina listová (µg)</i>	
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>
x	1,71	2,20	189	233	2,1	3,8	78,1	123
SD	0,25	0,68	50,3	76,9	1,5	3,3	24,4	52,8
t Stat	2,05		1,44		1,43		2,35	
P (T<=t)	2,75%		8%		8%		1,53%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, *V*=výkonnostní běžci, *x*=aritmetický průměr, *SD*=směrodatná odchylka, *t Stat*= vypočítaná hodnota, *P (T<=t)*=pravděpodobnost nulové hypotézy, *t krit*= kritická hodnota

Příjem vitamínů rozpustných ve vodě byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 7: Příjem jednotlivých lipidů je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 9.

Lipidy										
	SAFA (g)		MUFA (g)		PUFA (g)		Rostlinné steroly (mg)		Cholesterol (mg)	
	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
x	17,7	28,7	10,4	11,5	7,08	9,29	96	24,7	218	301
SD	7,1	21,7	5,19	4,46	3,75	4,64	204	15,7	144	217
t Stat	1,43		0,57		1,15		1,15		0,99	
P (T<=t)	8,2%		28,9%		13,2%		13,1%		16,8%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Příjem jednotlivých lipidů byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců s výjimkou rostlinných sterolů.

Hypotéza č. 8: Příjem jednotlivých esenciálních i neesenciálních aminokyselin je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 10.

Esenciální aminokyseliny										
	Tryptofan (g)		Threonin (g)		Isoleucin (g)		Leucin (g)		Lyzin (g)	
	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
x	0,70	1,09	2,21	3,47	2,68	4,16	4,54	7,04	3,52	5,58
SD	0,23	0,68	0,70	2,17	0,91	2,61	1,45	4,59	1,12	3,81
t Stat	1,64		1,66		1,62		1,56		1,56	
P (T<=t)	5,9%		5,7%		6,1%		6,8%		6,9%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

	Methionin (g)		Fenylalanin (g)		Valin (g)		Histidin (g)	
	R	V	R	V	R	V	R	V
x	1,19	1,90	40,04	21,92	3,07	4,78	1,51	2,29
SD	0,34	1,22	112,34	59,23	0,94	3,14	0,46	1,31
t Stat	1,68		0,46		1,57		1,70	
P (T<=t)	5,5%		32,4%		6,7%		5,3%	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Příjem jednotlivých esenciálních aminokyselin byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců s výjimkou fenylalaninu.

Tabulka 11.

Neesenciální aminokyseliny										
	Cystin (g)		Alanin (g)		Kyselina asparagová (g)		Kyselina glutamová (g)		Glycin (g)	
	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
x	0,83	1,19	2,55	3,91	5,13	7,34	12,18	18,66	2,28	3,40
SD	0,25	0,45	0,82	1,87	1,96	3,87	3,64	10,45	0,76	1,38
t Stat	2,16		2,03		1,55		1,77		2,18	
P (T<=t)	0,02		0,03		0,1		0,05		0,02	
t krit	1,73		1,73		1,73		1,73		1,73	

	Prolin (g)		Serin (g)		Arginin (g)	
	R	V	R	V	R	V
x	4,14	6,81	2,83	4,28	3,17	4,58
SD	1,20	4,77	0,97	2,60	1,26	2,06
t Stat	1,63		1,58		1,79	
P (T<=t)	0,1		0,1		0,05	
t krit	1,73		1,73		1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Příjem jednotlivých neesenciálních aminokyselin byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Hypotéza č. 9: Výkonnostní běžci na rozdíl od rekreačních běžců nekonzumují alkohol.

Tabulka 12.

Alkohol (g)		
	R	V
x	3,52	0,28
SD	4,31	0,94
t Stat	2,43	
P (T<=t)	1,28%	
t krit	1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Výkonnostní běžci alkohol konzumovali.

Hypotéza č. 10: Konzumace kofeinu je u výkonnostních vytrvalostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 13.

Kofein (mg)		
	R	V
x	83,16	155,48
SD	55,50	220,94
t Stat	0,95	
P (T<=t)	17,7%	
t krit	1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Mezi výkonnostními běžci a rekreačními běžci se příjem kofeinu významně neliší.

Hypotéza č. 11: Příjem tekutin je u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

Tabulka 14.

Voda (ml)		
	R	V
x	1167	1621
SD	312	453
t Stat	2,54	
P (T<=t)	1,02%	
t krit	1,73	

R=rekreační běžci, V=výkonnostní běžci, x=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, t Stat= vypočítaná hodnota, P (T<=t)=pravděpodobnost nulové hypotézy, t krit= kritická hodnota

Pitný režim byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců.

10.2 Diskuse

První hypotézou jsem zjistila, že energetický výdej (EV) byl u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců. Tuto skutečnost jsem předpokládala správně, neboť výkonnostní běžci trénují častěji, jejich tréninky jsou delší a mají vyšší intenzitu než u běžců rekreačních. EV při fyzické aktivitě byl u výkonnostních běžců 4431 kJ, což je dvakrát více oproti výdeji rekreačních běžců (2428 kJ). To je jasný důkaz toho, že výkonnostní běžci měli dvojnásobný tréninkový objem. Při porovnání celkového denního výdeje byl u výkonnostních běžců vyšší o 1783 kJ, což není tak odlišné, jak jsem předpokládala. Rozdíl celkového EV by měl být větší.

V návaznosti na energetický výdej jsem zjišťovala energetický příjem (EP). EP úzce souvisí s energetickým výdejem. Je logické, že pokud je vyšší EV, bude vyšší i EP. U výkonnostních běžců EP vyšší opravdu byl. Rovnováha EV a EP u výkonnostních běžců byla v dobrém souladu. Při porovnání hodnot EV a EP jsem však u rekreačních běžců zjistila jistou diskrepanci, podle níž by rekreační běžci nutně museli hubnout, což zjevně neodpovídalo skutečnosti. Pro tuto diskrepanci bohužel nemám uspokojivé vysvětlení.

Rozdíly mezi sledovanými skupinami běžců.

Výkonnostní běžci přijímali vyšší množství všech základní živin než rekreační běžci. V případě vyššího příjmu sacharidů si výkonnostní běžci vytvářejí dostatečnou zásobu glykogenu pro kvalitní sportovní výkon. Vzhledem k delším a intenzivnějším tréninkům je vyšší příjem sacharidů potřebný. Předcházejí tak únavě a vyčerpání. Rekreační běžci mohou praktikovat delší tréninky s nižší intenzitou, aniž by museli doplňovat další sacharidy potřebné pro energii.

Využití tuků jako zdroje energie se zvyšuje s délkou trvání zátěže, proto byl příjem výkonnostních běžců vyšší. Výkonnostní běžci v porovnání s rekreačními běžci mají větší vytrvalostní zdatnost a tím i schopnost využívat při stejné fyzické aktivitě více triglyceridy a mastné kyseliny, čímž šetří zásoby sacharidů.⁸

Vyšší příjem bílkovin přisuzuji snaze výkonnostních sportovců dodat tělu dostatečné množství potřebných substrátů k regeneraci svalových vláken po sportovním výkonu. Dostatečné doplnění bílkovin po sportovním výkonu je zásadním předpokladem pro obnovu svalových vláken na principu superkompensace, která pak vede k jejich adaptaci formou nárůstu svalové hmoty. Otázkou zůstává, zda se tak děje na základě jejich cílevědomé rozumové úvahy anebo tak činí spontánně, protože po objemnějším tréninku mají větší hlad.

Co se týká vyšší konzumace jednoduchých sacharidů, napadá mě jako možné vysvětlení, že někteří výkonnostní sportovci pravděpodobně aplikovali před závody metodu sacharidové superkompensace, aby zvýšili pro vytrvalostní závod zásoby svého svalového glykogenu. Rekreační běžci o sacharidové superkompensaci většinou nemají

dostatečné povědomí a zpravidla ani nemají potřebu zvyšovat si tímto způsobem výkonnost.

V případě minerálních látek byl u výkonnostních běžců příjem vyšší než u rekreačních běžců. Důvod, proč byl příjem sodíku vyšší, je zřejmě vyšší pocení při celkově větším objemu sportovní aktivity. (Běžci, často aniž by si toho byli vědomi, zvýšeným výdejem soli předcházejí vzniku arteriální hypertenze.)

Vyšší příjem hořčíku přisuzují snaze běžců předcházet křečím během zátěže. Tomu by odpovídala skutečnost, že značná část z nich konzumovala po tréninku minerální vodu Magnézii, která obsahuje v jednom litru až 235 mg hořčíku a je tak velmi bohatým zdrojem tohoto minerálu.

Vyšším příjmem draslíku u výkonnostních běžců patrně rovněž souvisel s jeho většími ztrátami potem. Je rovněž pravděpodobné, že při intenzivnější sportovní zátěži u nich dochází k zániku většího počtu svalových buněk, draslík se z nich dostane do krve a ztrácí se tak větší měrou i močí. Při regeneračních procesech a obnově svalových buněk se větší množství draslíku jako hlavního nitrobuňčného kationtu začleňuje do regenerujících se svalových buněk. Rovněž častá konzumace minerálky Magnézie mohla přispět k tomuto výsledku, neboť jde o jedinou minerálku, která obsahuje cca pětkrát vyšší koncentraci draslíku než sodíku. Ostatní minerálky mají tento poměr až 20:1 ve prospěch sodíku.

Stopové prvky měly vyšší zastoupení ve stravě u výkonnostních běžců než u běžců rekreačních. Vyšší konzumací selenu sportovci zamezují oxidaci tuků v buněčných membránách a tím zabraňují poškození buněk. Vyšší příjem zinku patrně souvisel s jeho většími ztrátami potem. Vyšší příjem železa pravděpodobně souvisel s jejich vyšší fyzickou aktivitou. Mezi sledovanými výkonnostními běžci bylo více mužů, což může být důvodem, proč byl jejich příjem železa vyšší. Toto soudím dle P. Konopky⁸, který uvádí, že zásoby železa jsou u mužů vyšší.

Rozdíl mezi příjmem vitamínů u výkonnostních a rekreačních běžců byl, ale nebyl významný úplně u všech. Výkonnostní sportovci měli příjem vitamínů rozpustných v tucích vyšší. Dle mého názoru sportovci nijak zásadně nedbají na dostatečné množství vitamínů ve stravě. Pouze díky celkově vyššímu energetickému příjmu výkonnostních běžců je tak vyšší příjem i vitamínů jak rozpustných v tucích tak i ve vodě. Vyšší příjem vitamínu A má pro sportovce preventivní význam před rakovinou plic, jícnu a žaludku. Vitamín D je potřebný k regulaci metabolismu kalcia. Vzhledem ke zjištění vyššího příjmu kalcia u výkonnostních běžců si tímto mohu vysvětlit i vyšší příjem vitamínu D. Vyšším fyzickým zatížením pohybového aparátu výkonnostních běžců je vyšší konzumace vitamínu D prospěšná pro prevenci vzniku zdravotních komplikací.

Vzhledem k vyššímu příjmu tuků, zjištěných u hypotézy 3. mi přijde logické, že byl vyšší příjem i jednotlivých lipidů. Když se pozastavím nad základním doporučením zdravé výživy a to konkrétně: „Jezte více rostlinných tuků než živočišných“, mohu ze zjištěných

výsledků říci, že toto doporučení běžci nesplňují. Vystavují se tak riziku vzniku hypercholesterolemie, aterosklerózy a infarktu myokardu.

Výkonnostní běžci měli vyšší příjem aminokyselin. Tento rozdíl byl u esenciálních aminokyselin (leucin, isoleucin, valin) na hranici statistické významnosti (s výjimkou fenylalaninu, u něhož byl rozdíl zcela nesignifikantní). Naproti tomu u neesenciálních aminokyselin (cystin, alanin, glycin) byl rozdíl vysoce signifikantní. Je to paradoxní zjištění, protože bych předpokládala spíše pravý opak. Běžci neužívali žádné proteinové preparáty ani aminokyselinové suplementy. A pokud by je užívali, jistě by nedoplňovali ty aminokyseliny, které si jejich tělo umí snadno vyprodukovat samo. Užívali by preparáty obsahující právě esenciální aminokyseliny. Jak si ale vysvětlit, že výkonnostní běžci ve své stravě přijímali více především neesenciálních aminokyselin? Jisté je, že podstatným byl signifikantně vyšší příjem bílkovin u výkonnostních běžců. Podstatnou roli zde mohla sehrát kvalita konzumovaných bílkovin. Kvalita bílkovin je dána především poměrným zastoupením esenciálních a neesenciálních aminokyselin. V tomto smyslu jsou nejkvalitnějšími zdroji esenciálních aminokyselin maso, vejce a mléčné produkty, především syrovátka. Výkonnostní běžci si však v těchto potravinách příliš nelibují, na rozdíl od kulturistů. Nabízí se tedy vysvětlení, že vyšší příjem neesenciálních aminokyselin byl způsoben vyšším příjmem z tohoto pohledu „méně kvalitních“ bílkovin (např. rostlinného původu jako např. sója, tofu, šmakoun a podobně) výkonnostními běžci než rekreačními běžci. Jistou roli mohl sehrát i tzv. Rubnerův zákon limitní aminokyseliny, který říká, že využití aminokyselin z přijatých bílkovin závisí na obsahu nejméně zastoupené esenciální aminokyseliny. To znamená, že z přijatých aminokyselin se jich do vlastních proteinů zabuduje jen tolik, kolik odpovídá množství nejméně zastoupené esenciální aminokyseliny.

Sportovci by dle mého názoru měli vést zdravý životní styl. Navíc konzumace alkoholu snižuje regeneraci. Zjištění, že výkonnostní běžci konzumují alkohol, přisuzují skutečnosti, že většina sledovaných sportovců jsou studenty vysokých škol. Vedou typický vysokoškolský život a neuvědomují si, že konzumace alkoholu zpomaluje jejich regeneraci. Jak je obecně známo, hlavním účinkem alkoholu je útlum centrálního nervového systému a mozkových funkcí, tedy účinky zcela neslučitelné s kvalitním sportovním výkonem. Předpokládám, že běžci nekonzumují alkohol s cílem nabudit svůj organismus na sportovní výkon, ale spíše příležitostně popijí alkohol po výkonu během regenerace.

V případě kofeinu byla konzumace vyšší u výkonnostních běžců než u rekreačních běžců. Vyšší konzumaci přisuzují snaze sportovců podpořit koncentraci na sportovní výkon. Kofein stimuluje činnost mozku, oddaluje únavu či zvyšuje srdeční činnost, to může být příčinou vyšší konzumace kofeinu. Zvyšuje hladinu adrenalinu a mastných kyselin v krevní plazmě. Dále podporuje přenos draslíku do buněk svalových vláken, kde přispívá k jejich kontraktilitě. Za hlavní účinky kofeinu a zároveň hlavní důvody, proč

vytrvalci tuto látku užívají, je zvýšená produkce katecholaminů, díky kterým dochází ke zvýšené lipolýze, zvýšené utilizaci mastných kyselin a k šetření svalového glykogenu.¹⁸

Poslední tabulka ukazuje vyšší konzumaci tekutin u výkonnostních běžců než rekreačních běžců. Opět vzhledem k jejich vyššímu tréninkovému objemu je vyšší doplňování tekutin na místě. Vyšším příjmem tekutin dostatečně zásobují tělo tekutinami a přecházejí tak vzniku dehydratace organismu.

Nutriční ukazatelé rekreačních a výkonnostních běžců z hlediska doporučených denní dávek (DDD).

DDD vlákniny pro zdravého člověka je 20-35 g. Obě skupiny sportovců se pohybovaly v tomto rozmezí. Vlákna je součástí některých sacharidových potravin, čímž si vysvětlují vyšší příjem vlákniny u výkonnostních běžců.

DDD sodíku by se měla pohybovat v rozmezí 500-2400 mg. Celkový příjem soli by u běžné populace neměl překračovat 5 g/den. Je známo, že průměrný příjem soli je u české populace 2krát až 3krát vyšší. Tuto hranici však nepřekračovali ani výkonnostní ani rekreační běžci.

DDD selenu je 50-70 µg. Obě skupiny sportovců byly pod touto hranicí, čímž se sportovci vystavují nebezpečí poškození svalové tkáně, především srdeční svaloviny, zhoršení svalové funkce a svalové slabosti.

U železa je DDD 10-15 mg, tuto hranici obě skupiny sportovců překračovali. Nadbytek železa negativně podporuje enzymaticky řízené reakce, které vedou ke vzniku agresivních radikálů. Nadměrná hladina železa v plazmě je považována za jeden z rizikových faktorů ischemické choroby srdeční.

Při nadbytečném příjmu vitamínů A a D může dojít k intoxikaci organismu. Dle výsledků výkonnostní ani rekreační běžci nepřesahují toxickou dávku, takže intoxikace organismu zde nehrozí. (Toxická dávka vitamínu A=3mg, toxická dávka vitamínu D=1,25 mg). Vyšší příjem vitamínů rozpustných ve vodě nevidím jako zásadní komplikaci ani výhodu pro výkonnostní běžce. Veškeré nadbytečné množství těchto vitamínů je nakonec vyloučeno močí. Přesto podle některých autorů, například H. Skolnik¹⁵, vyšší konzumace vitamínu C a E prospívá obnově tkání.¹⁵

DDD cholesterolu je 300 mg/den. Tuto hranici překvapivě překračují výkonnostní běžci. U běžců rekreačních je příjem cholesterolu v normě. Vysvětlují si to tím, že výkonnostní běžci měli celkově vyšší energetický příjem a stejně tak měli i vyšší příjem lipoproteinů a tuků a tedy i cholesterolu. V průměru to však bylo celkem 300 mg/den, což je zcela v souladu s DDD.

DDD tekutin je u zdravého člověka 2-3litry/den. Tohoto doporučení nedosáhli ani výkonnostní ani rekreační běžci. Pitný režim tedy byl u obou skupin nedostatečný, přestože

příjem vody byl u výkonnostních běžců statisticky významně vyšší než u rekreačních sportovců.

11 Závěr

Závěrem mohu konstatovat, že rozdíly ve složení stravy výkonnostních a rekreačních sportovců opravdu jsou. Na základě hypotéz bylo zjištěno, že energetický výdej výkonnostních a rekreačních běžců je rozdílný. Stejně tak byl potvrzen i vyšší energetický příjem. Při porovnání EV a EP bylo zjištěno, že u výkonnostních běžců jsou tyto dva ukazatelé v souladu. U rekreačních běžců byla zjištěna jistá diskrepance mezi EV a EP. Pro tuto diskrepanci bohužel nemám uspokojivé vysvětlení.

V hledání odpovědi na otázku, zda je vyšší příjem základních složek výživy, minerálních látek, stopových prvků, vitamínů, aminokyselin a dalších složek u výkonnostních běžců než u rekreačních běžců byla nalezena jednoznačná odpověď. Ano, příjem všech zmiňovaných složek výživy je vyšší u výkonnostních běžců než u běžců rekreačních. Přesto se u některých složek vyskytl statisticky neprokazatelný rozdíl. Takováto situace nastala u vápníku, vitamínů rozpustných v tucích, u vybraných vitamínů rozpustných ve vodě, u všech lipidů a fenylalaninu. V tomto případě tedy nelze tvrdit, že příjem je vyšší s absolutní jistotou.

Dále byla prokázána konzumace alkoholu u výkonnostních běžců. Denní konzumované množství však nepřesahovalo DDD, která se pohybuje okolo 30-40g/den. Vyšší konzumace u výkonnostních běžců byla zjištěna i v případě kofeinu. Pitný režim byl též u výkonnostních běžců vyšší než u rekreačních běžců. I přes tento poznatek byl pitný režim nedostatečný. DDD přijímaných tekutin je 2-3 l za den, sportovci konzumovali sotva 2 l/den.

Z výsledků vyplývá, že vzhledem k častějším a delším tréninkům výkonnostních běžců musí být vyšší i jejich energetický příjem, aby pokryly veškeré energetické nároky organismu. Vzhledem k celkově vyššímu příjmu je vyšší příjem i jednotlivých složek. Je to logické a stejně to platí i u pitného režimu. Dále z výsledků vyplynulo, že i výkonnostní sportovci konzumují alkohol.

Práce přinesla fakt, že v případě konzultace se sportovci ohledně stravy, je třeba brát ohled na to, že stravování výkonnostních a rekreačních běžců je rozdílné. Jejich nároky na energetické pokrytí jsou odlišné.

Rozdíl mezi výkonnostními a rekreačními běžci byl statisticky dokázán. V některých případech byl vysoce signifikantní v některých naopak. U výsledků, které vyšly nevýznamně, nemůžeme tvrdit s absolutní jistotou, že tomu tak opravdu je. Hlavní cíl práce byl naplněn.

Seznam použitých zkratek

ATP – adenosintrifosfát

BM – bazální metabolismus

CNS – cévní nervová soustava

CP – kreatinofosfát

DDD – denní doporučená dávka

EP – energetický příjem

EV – energetický výdej

FA – faktor aktivity

GI – glykemický index

MET – metabolický ekvivalent

OB – orientační běh

VO_{2 max} – maximální využití kyslíku

Literatura a jiné zdroje

1. Ainsworth, B., Haskell, W., Leon, A., Jacobs, D., Montoye, H., Sallis, J., & Paffenbarger, R. (1993). Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. *Medicine*, 25, 71-80. DOI:10.1249/00005768-199301000-00011.
2. Clark, N. (2014). *Sportovní výživa*. (3., dopl. vyd., 392 s.) Praha: Grada.
3. Clark, N. (2009). *Výživa pro běžce*. (1. vyd., 103 s.) Praha: Grada.
4. Dovalil, J. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. (4. vyd., 331 s.) Praha: Olympia.
5. Duška, F., & Trnka, J. (2006). *Biochemie v souvislostech*. (vyd. 1., 175 s.) Praha: Karolinum.
6. Kleiner, S., & Greenwood-Robinson, M. (2010). *Fitness výživa: Power Eating program*. (1. vyd., 304 s.) Praha: Grada.
7. Klimešová, I., & Stelzer, J. (2013). *Fyziologie výživy*. (1. vyd., 177 s.) Olomouc: Univerzita Palackého. Fakulta tělesné kultury.
8. Konopka, P. (2004). *Sportovní výživa*. (125 s.) České Budějovice: Kopp.
9. Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. (245 s.) Praha: Galén.
10. Mach, I. (2012). *Doplňky stravy: jaké si vybrat při sportu i v každodenním životě*. (1. vyd., 175 s.) Praha: Grada.
11. Mandelová, L., & Hrnčířiková, I. (2007). *Základy výživy ve sportu*. (1. vyd., 72 s.) Brno: Masarykova univerzita.
12. Maughan, R., & Burke, L. (2006). *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu*. (1. vyd., 311 s.) Praha: Galén.
13. Panuška, P. (2014). *Rozvoj vytrvalostních schopností*. (1. vyd., 117 s.) Praha: Mladá fronta.
14. Sekot, A. (2013). *Sociologie sportu: aktuální problémy*. (1. vyd., 191 s.) Brno: Masarykova univerzita.
15. Skolnik, H., & Chernus, A. (2011). *Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček*. (1. vyd., 240 s.) Praha: Grada.
16. Sobotka, L. (2000). *Basic in clinical nutrition*. (2nd ed., 300 s.) Praha: Galén.
17. Svačina, Š. (2008). *Klinická dietologie*. (1. vyd., 381 s.) Praha: Grada.
18. Viličius, Z., Mach, I., & Brandejský, P. (2012). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. (1. vyd., 177 s.) Praha: Karolinum.
19. Zahradník, D. & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku*. (1. vyd., 68 s.) Brno: Masarykova univerzita
20. Juříková, J., & Kumstát, M. (2013). Dostupné na:
<http://www.fsps.muni.cz/~tvodicka/data/reader/book-24/Impresum.html>

Příloha

NÁVOD – NUTRIPRO EXPERT

Milí sportovci,

jsem studentka 3. ročníku Nutriční terapie na 1. LF Univerzity Karlovy. Píši bakalářskou práci na téma **Výživa vytrvalostních běžců**. Proto se obracím na Vás s prosbou sepsání Vašeho jídelníčku. Pokud jste ochotni tomu věnovat čas, děkuji Vám a čtete dál.

Cílem je zjistit zda je rozdíl ve stravování mezi výkonnostními a rekreačními běžci. Jedná se o sběr jídelníčku 3+2 dny (víkendové). Vyhodnocování jídelníčků proběhne pomocí softwaru NutriPro Expert, který mi pomůže přesně určit složení Vaší stravy. Práce s programem není těžká. Můžete zadávat své jídelníčky online, kdykoli jste u počítače.

Pokud si s čímkoli nebudete vědět rady, můžete se na mě obrátit na tel. číslo +420 728046017 nebo na email: nikikochova@seznam.cz, obratem Vám sdělím podrobnější vysvětlení. Pokud Vás napadne jakýkoli postřeh, neváhejte mě kontaktovat.

1. Přihlášení

Zadejte webovou adresu www.nutripro.cz. Na levé straně klikněte na: *Spustit NutriPro Klienta*.

NutriPro Klient - zadejte své jídelníčky online

Jméno

Email

Kód

Nápověda k kódu:

Zadejte kód pro přístup ke svým jídelníčkům na webu NutriPro. Kód si zvolíte při prvním přihlášení, nebo jej obdržíte od svého nutričního poradce. V případě využití služeb nutričního poradce bude kód použit pro stažení jídelníčků do aplikace NutriPro Expert k profesionálnímu vyhodnocení.

Ok

Zde prosím o vyplnění Vašeho jména a emailu. Popřípadě si můžete zvolit kód, díky kterému budete mít jistotu, že k Vašemu jídelníčku mám přístup pouze já.

2. Zápis jídelníčku

Nyní máte svůj online jídelníček. Zde můžete zapisovat veškeré potraviny, které konzumujete. Nezapomínejte na pitný režim, alkohol, mlsání ... atd.

12.11.2014 * Přidat Den

Jídelníček: 12.11.2014

Poznámka: 2,5 hodiny po snídani 45 min běh NI

Do kolonky „poznámka“ uveďte své základní údaje (váha, výška, věk).

Dále zde uveďte svou denní fyzickou aktivitu.

Snídaně

Celkem energie:

Přidej potravinu: mlé Mléčné výrobky, sýry (mim) Vložit vlastní

Do kolonky „přidej potravinu“ začněte psát to, co jste snědli. Následně se zobrazí nabídka jídel, které nabízí databáze softwaru. Zde si vyberte a určete množství potraviny a počet porcí.

Přesnídávka

Celkem energie:

Přidej potravinu: Vložit vlastní

Svačina

Celkem energie:

Přidej potravinu: Vložit vlastní

V případě, že hledanou potravinu nenajdete v nabídce, využijte tlačítka „vložit vlastní“

Oběd

Celkem energie:

Přidej potravinu: Vložit vlastní

U každého jídla dne postupujte stejně. Nezapomínejte na pitný režim.

Večeře

Celkem energie:

Přidej potravinu: Vložit vlastní

Pak už stačí jen potvrdit kliknutím na:

Analyzovat a odeslat

3. Další informace

Vyplňujte jídelníček po dobu 3+2 dny víkendové. Nejlépe, pokud se chystáte o víkendu běžet nějaký závod nebo jít trénink závodním tempem. Analyzujte a ukládejte své jídelníčky po každém dni. Já tak budu moci kontrolovat, zda to vyplňujete tak, jak je potřeba, popřípadě Vám řeknu, co je třeba opravit nebo naopak, Vás pochválím, že to děláte správně.

Poprosím Vás tedy o zaslání emailu na adresu *nikikochova@seznam.cz*, kde uveďte své jméno, **email**, který používáte při zadávání jídelníčků a kód, pokud jste si ho určili. Jako další údaje potřebuji, **váhu, výšku, věk**, pokud jste tyto údaje nezadali do poznámky, stačí je napsat do mailu. Veškerá data budou anonymní, nikde je nebudu prezentovat ani nebudu udávat Vaše jména.

Ještě jednou děkuji za Váš čas a přeji hodně sportovních úspěchů!

