

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

DIETA S NÍZKÝM OBSAHEM SACHARIDŮ VE VÝŽIVĚ SPORTOVCE

Bakalářská práce

Autor: Tereza Máselníková, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

Olomouc 2020

## **Bibliografická identifikace**

<b>Jméno a příjmení autora:</b>	Tereza Máselníková
<b>Název bakalářské práce:</b>	Nízkosacharidová dieta ve výživě sportovce
<b>Pracoviště:</b>	Katedra přírodních věd v kinatropologii
<b>Vedoucí práce:</b>	PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.
<b>Rok obhajoby:</b>	2020

**Abstrakt:** Hlavním cílem práce je kritické zhodnocení účinků nízkosacharidové diety na sportovní výkon. Pro dosažení cíle práce byla použita syntéza poznatků z dostupné literatury a zpracování anketního šetření oslovených sportovců. Pro práci bylo použito 36 validních studií, které zkoumaly vliv nízkosacharidové diety na vytrvalostní nebo silový výkon a tělesnou stavbu. Většina prací potvrdila, že na výkonnost sportovce nemá použití nízkosacharidového režimu vliv, nebo dokonce dojde k jeho zhoršení, což je způsobeno nedostatečným množstvím sacharidů ve stravě. Pro sportovce se jako vhodný postup jeví dodržování krátkodobé nízkosacharidové diety s následným doplněním sacharidů před sportovním výkonem. Tento přístup může výkon sportovce lehce zvýšit. Ani anketní šetření, zaměřené na subjektivní pocity sportovců v souvislosti s nízkosacharidovou dietou, jehož se zúčastnilo 132 osob, neprokázalo její pozitivní vliv na sportovní výkon. Dieta se může jevit jako vhodný nástroj pro snížení hmotnosti a redukci tukových zásob.

### **Klíčová slova:**

Sportovní výživa, nízkosacharidová dieta, sportovní doplňky, sportovní výkon, nutrienty, vytrvalostní sport.

### **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Tereza Máselníková  
**Title of the bachelor thesis:** Low carbohydrate diet in Athlete's nutrition  
**Department:** Department of Natural Science in Kinantropology  
**Supervisor:** PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.  
**The year of presentation:** 2020

**Abstract:** The main goal of this thesis is the critical evaluation of the effects of low-carb diet on sports performance. To achieve this goal the processing of poll research of addressed athletes and the synthesis of findings from available literature were applied. Overall 36 valid studies were used for the thesis. These studies examined the influence of low-carb diet on endurance or strength performance and body structure. Majority of used works confirmed that low-carb diet either has no impact on the performance of an athlete or it even decreases it which is caused by the low number of carbs in meals. An adequate approach for athletes appears to be the maintaining of short-term low-carb diet with the subsequent supplementation of carbs before sports performance. This approach can slightly increase the performance of the athlete. The poll research which 132 people took part in and is focused on subjective feelings of athletes in accordance with low-carb diet, has not proved the diet's positive impact on sports performance. This diet may seem as a suitable tool for weight loss and the reduction of fat stores in body.

#### **Keywords:**

Sports nutrition, lowcarbohydrate diet, sports supplements, sports performance, nutrients, endurance sport.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí paní PhDr. Ivy Klimešové, Ph.D. Dále prohlašuji, že jsem uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. dubna 2020

.....

Děkuji paní PhDr. Ivě Klimešové, Ph.D., za poskytnutí cenných rad a za pomoc, které se mi od ní dostalo při psaní závěrečné práce.

# Obsah

Úvod .....	9
1 Přehled poznatků .....	10
1.1 Sportovní výživa .....	10
1.2 Energetický příjem u sportovce.....	11
1.3 Energetický výdej u sportovce .....	13
1.4 Energetické zásoby v organismu a jejich využití při zátěži .....	14
1.5 Nutriční timing .....	15
1.6 Hlavní důležité složky potravy.....	15
1.6.1 Bílkoviny.....	16
1.6.2 Sacharidy.....	16
1.6.3 Tuky .....	18
1.6.4 Voda .....	20
1.6.5 Minerální látky .....	21
1.6.6 Vitaminy.....	21
1.6.7 Antioxidanty.....	22
1.7 Sportovní doplňky .....	22
1.8 Zpracování poznatků týkajících se nízkosacharidové diety.....	26
1.8.1 Nízkosacharidová dieta .....	26
1.8.2 Jak funguje tělo při omezení sacharidů.....	26
1.8.3 Negativa nízkosacharidového stravování.....	27
1.8.4 Pozitiva nízkosacharidového stravování.....	28
1.8.5 Druhy nízkosacharidových diet.....	28
1.8.6 Strategie snížení sacharidů v tréninku.....	29
2 Cíle práce .....	31
3 Metodika .....	32
3.1 Metodika teoretické části .....	32
3.2 Metodika anketního šetření .....	33
3.2.1 Charakteristika výzkumného souboru.....	33
3.2.2 Anketa .....	34
4 Výsledky .....	35
4.1 Využití nízkosacharidové diety ve vytrvalostních sportech.....	35
4.1.1 Studie týkající se vytrvalostních sportovců, u nichž nebyl prokázán žádný účinek na sportovní výkon .....	35

4.1.2	Žádný účinek nízkosacharidové diety na sportovní výkon silových sportovců.....	36
4.1.3	Nízkosacharidová dieta s negativním vlivem na sportovní výkon.....	37
4.1.4	Nízkosacharidová dieta s pozitivním vlivem na sportovní výkon .....	39
4.1.5	Účinky nízkosacharidové diety na složení těla .....	40
4.2	Anketní šetření .....	44
4.2.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	44
4.2.2	Použitá dietní intervence .....	45
4.2.3	Osobní zkušenosti s nízkosacharidovou dietou.....	46
5	Diskuze .....	53
6	Závěry .....	54
7	Souhrn.....	56
8	Summary.....	60
9	Referenční seznam.....	64
10	Přílohy.....	69

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Zkušenosti s nízkosacharidovou stravou.....	46
Obrázek 2. Důvod pro zvolení nízkosacharidové stravy .....	47
Obrázek 3. Počet porcí jídla denně na nízkosacharidové stravě.....	47
Obrázek 4. Pocit hladu během nízkosacharidové diety .....	48
Obrázek 5. Denní množství sacharidů během diety .....	48
Obrázek 6. Doba trvání nízkosacharidové diety.....	49
Obrázek 7. Pozitivní změny zaznamenané během nízkosacharidové diety.....	49
Obrázek 8. Negativní změny zaznamenané během nízkosacharidové diety .....	50
Obrázek 9. Největší omezení nízkosacharidové stravy .....	51
Obrázek 10. Užívání suplementace v době před nízkosacharidovou dietou .....	51
Obrázek 11. Suplementace během nízkosacharidové diety.....	52
Obrázek 12. Skladba jídelníčku během diety .....	52



## Úvod

Jedna z definic charakterizuje „dietu“ jako řízený příjem pokrmů za účelem dosažení specifického cíle, ať už se jedná o redukci hmotnosti, udržení nebo zlepšení zdravotního stavu. Dietu můžeme také dodržovat jako dlouhodobý stravovací systém, který máme podepřený nějakou filozofií (Krch & Richterová, 1998).

Poslední desetiletí je především pro sportovní výživu charakteristické hledání alternativních cest k dosažení optimálního tělesného složení, ideálně se zachováním či zlepšením sportovního výkonu. Současné trendy sahají právě k minimalizaci sacharidové složky, a naopak k maximalizaci složky tukové, kdy není hlavním energetickým substrátem pro lidské tělo glukóza, ale ketolátky, vznikající při metabolismu tuků za podmínky dostatečného vyčerpání glykogenu (Kysel, Vilikus & Daďová, 2019).

Obecně je známé, že při omezeném příjmu sacharidů dochází ke snížení vitality člověka a ke snížení jeho sportovního výkonu. Cílem moderních nízkosacharidových diet je rychlá optimalizace tělesného složení s výrazným úbytkem podkožního tuku při maximálním zachování svalové hmoty a sportovní výkonnosti (Kysel, Vilikus, & Daďová, 2019).

Cílem každého sportovce je neustálé zkvalitňování sportovního výkonu nebo hledání způsobu, jak zlepšení výkonnosti dosáhnout. Z hlediska zvyšování kvality výkonu proto považujeme sportovní výživu za velmi významnou (Kreider et al., 2018).

Tato práce se zabývá vlivem nízkosacharidové diety na sportovní výkon, respektive vlivem na kvalitu silového i vytrvalostního výkonu. Špičkovou sportovní výkonnost je potřeba adekvátně nutričně podporovat. Výživu považujeme za nedílnou součást kvalitní regenerace i adaptace na trénink.

# 1 Přehled poznatků

## 1.1 Sportovní výživa

Základní koncept sportovní výživy vyžaduje znalost obecných doporučení zdravé výživy, stejně jako znalost fyziologie a patofyziologie sportovního výkonu. Následným krokem je propojení těchto dvou složek, které jsou na sobě úzce závislé. Posledním krokem je pak praktické uplatnění poznatků o sportovní výživě u jednotlivých sportovců, kteří provozují jakýkoliv sport nebo fyzickou aktivitu. Sportovní výživa by měla zajistit dostatečný energetický příjem, dostatečné množství nutrientů a adekvátní příjem tekutin v přímé souvislosti s pohybovou aktivitou, respektive výkonem sportovce (Clark, 2008). Toto odvětví je součástí sportovních věd. Je to vědní disciplína, využívající výživové postupy podporující zdraví, tréninkovou regeneraci a adaptaci s cílem optimalizovat přípravu sportovce na sportovní výkon. Obecně přijímaná norma pro stravování říká, že člověk by měl přijímat potravu 5x denně, a to s určitým poměrem makroživin. Procentuální vyjádření, kolik energie by mělo pocházet ze sacharidů, bílkovin a tuků, je: 55 % sacharidů, 15 % bílkovin a 30 % tuků. Poměr živin lze pak dále upřesňovat podle výkonnostních sportovních cílů a rozvoje té které pohybové schopnosti (Kysel, Vilikus, & Daňová, 2019).

Výživa je nedílnou součástí kvalitní regenerace a adaptace na trénink. Stravovací plány by měly být, stejně jako tréninkový proces, přizpůsobeny sportovci s ohledem na jeho potřeby, zdravotní stav, výkonnost, sportovní cíle, fáze tréninkového procesu atd. Mezi základní problematiku sportovní výživy patří zabezpečení adekvátní výživy a také pitného režimu v období před zátěží, během zátěže a po ní. Strava by měla být nejen energeticky vyhovující, ale i vyvážená z hlediska obsahu základních nutrientů (sacharidů, proteinů, lipidů, minerálních látek a vody). Významnou roli hraje rovněž načasování příjmu potravy (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

Bez ohledu na preferovaný výživový styl, zvolený sport, výkonnostní úroveň a současné sportovní cíle platí ve sportovní výživě, a to pro všechny sportovce, určitá posloupnost – prioritní úroveň sportovního jídelníčku (Roubík, 2018) (Tabulka 1).

Tabulka 1

*Priorita úrovní sportovního jídelníčku*

<b>Energetická bilance</b> – poměr energetického příjmu a výdeje
<b>Makroživiny</b> – bílkoviny, sacharidy, tuky
<b>Mikroživiny</b> – vitaminy, minerály, stopové prvky
<b>Nutriční timing</b> – načasování příjmu potravy
<b>Suplementace</b> – pomůcka pro dodržení potřebného příjmu jednotlivých živin

*Poznámka. Zdroj: (Roubík, 2018)*

Energetická bilance je závislá na tom, jaké jsou cíle sportovce. Pokud je cílem hubnutí, rýsování postavy a úbytek tuků, celkový energetický příjem musí být nižší než celkový energetický výdej. Pokud chceme naopak budovat svalovou hmotu a přibírat na váze, musí být energetický příjem vyšší než výdej. V momentě, kdy energetická bilance odpovídá sportovním cílům, můžeme řešit trojpoměr makroživin v jídelníčku, který také závisí na sportovních cílech. Pokud sportovní jídelníček obsahuje dostatečné množství makroživin, je na místě kontrolovat příjem mikroživin – vitaminy, minerální látky a stopové prvky. Následně je možné řešit nutriční timing, načasování a rozložení energie i jednotlivých živin v průběhu dne, okolo tréninku a podobně. Pro vrcholové a kondiční sportovce může být suplementace dobrou pomůckou, jak vedle jídel zajistit denní potřebu energie a dodržet potřebný příjem jednotlivých živin (Roubík, 2018).

## 1.2 Energetický příjem u sportovce

Energetická bilance je vztah mezi přijatou a vydanou energií. Sportovci upravují příjem i poměr přijatých makroživin v různých obdobích ročního tréninkového cyklu podle tréninkových a výkonnostních cílů. Obvykle jde o snahu prostřednictvím zvýšeného nebo sníženého energetického příjmu manipulovat s tělesnou hmotností anebo tělesným složením za účelem dosažení optimální výkonnosti (Kumstát, 2019).

Energii získává naše tělo z chemických sloučenin nazývaných nutrienty. Můžeme je rozdělit na esenciální a neesenciální. Za esenciální nutrienty považujeme takové, které si lidské tělo nedokáže vytvořit samo, a musíme je proto přijímat v potravě. Jsou totiž nezbytné pro správné fungování těla člověka.

Neesenciální nutrienty nejsou pro lidské tělo nezbytné a v případě jejich nedostatku si je tělo dokáže vytvořit samo (Klimešová & Stelzer, 2013). Člověk tedy přijímá energii ve formě energie chemické, jež je uložena ve třech základních nutrientech – sacharidy, proteiny a lipidy.

Zejména u sportovců se považuje dodržování energeticky správně vyvážené stravy bohaté na všechny nutrienty za velmi důležité, protože cílem sportovní výživy je poskytnutí nutriční podpory, jež sportovci umožní zůstat zdravý, bez zranění, současně mu umožní dobrou adaptaci na tréninkový program a také lepší dosahování výkonnostních požadavků. Strava, která není energeticky vyvážená, může mít pro sportovce za následek ztrátu svalové hmoty, hormonální poruchy, neoptimální hustotu kostí, zvýšené riziko únavy, zranění, zhoršení adaptace na trénink a proces regenerace (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009).

Obecná doporučení říkají, že je důležité zajistit dostatečný přísun energie k udržení vyrovnané energetické bilance. Tím dojde k optimalizaci tréninků i fyzických výkonů. Lidé, kteří během dne provozují běžné denní činnosti a současně lehkou pohybovou aktivitu během týdne (např. cvičení 30–40 minut denně, a to 3x týdně), obvykle dosahují nutriční potřeby v mezích normálních dietních doporučení (např. 7500–10 000 kJ, tj. 1 800–2 400 kcal/den, nebo 105–150 kJ/kg/den, tj. 25–35 kcal/kg/den v případě osoby s tělesnou hmotností 50–80 kg). Sportovci se středně intenzivní fyzickou aktivitou (např. 2–3 hodiny denně intenzivního cvičení prováděného 5–6x týdně) až velmi intenzivním tréninkem (např. 3–6 hodin denně intenzivního tréninku v 1–2denních fázích prováděného 5–6x týdně) mohou vynaložit 2500–5000 kJ/hod, tj. 600–1200 kcal/hod, ale i více. Z tohoto důvodu se jejich energetický příjem může pohybovat v rozmezí 210–340 kJ/kg/den (50–80 kcal/kg/den), což odpovídá 10 500–33 500 kJ/den, tj. 2 500–8 000 kcal/den, u sportovce vážícího 50–100 kg. U mohutných sportovců (100–150 kg) se mohou energetické potřeby pohybovat v rozmezí 25 000–50 500 kJ/den, tj. 6 000–12 000 kcal/den, v závislosti na objemu a intenzitě tréninkových fází (Kreider, 2018).

### 1.3 Energetický výdej u sportovce

Pro správnou optimalizaci tréninku a výkonu sportovce prostřednictvím výživy je důležité, aby sportovec přijímal dostatečné množství energie v potravě – k vyrovnání jeho energetického výdeje (Burke, 2011).

Energetický výdej při tělesném zatížení je ovlivněn různými faktory, jako jsou trénovanost, druh svalové činnosti, hmotnost a pohlaví člověka, intenzita zatížení a věk jedince (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Sportovci v období intenzivního tréninku nebo vysoce objemového tréninku mohou mít energetický výdej v rozmezí 10 500–33 500 kJ/den. Při extrémních vytrvalostních závodech, jako jsou např. etapové cyklistické závody, se výdej energie může pohybovat i nad 50 000 kJ/den. Také vrcholoví sportovci s vyšší hmotností (100–150 kg) mají vysoké energetické nároky – v rozmezí 25 000–40 000 kJ/den, v závislosti na objemu a intenzitě zátěže (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

Při dietních strategiích zaměřených na redukci hmotnosti je vhodné použít mírný energetický deficit s postupným snižováním hmotnosti. Při rychlém snižování hmotnosti vzniká předpoklad negativního ovlivnění sportovního výkonu (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

Negativní energetická bilance je častější u vytrvalostních sportovců, jako jsou běžci, cyklisté, plavci a triatlonisté. Podobně je tomu ale i ve sportech, kde jsou dietní omezení součástí strategie pro změnu složení a hmotnosti těla, jako jsou například gymnastika, krasobruslení, tanec, zápas nebo box (Loucks, Kiens, & Wright, 2011). Nedostatečný příjem energie může vést ke ztrátě hmotnosti, zejména svalové hmoty. To může být následně příčinou zranění, nemocí, syndromu přetrénování, a nakonec i snížené výkonnosti. Abychom podobné situaci předcházeli, měli bychom se v rámci sportovní výživy soustředit na udržení energetické rovnováhy tak, aby příjem odpovídal výdeji energie. To by mělo zajistit 4 až 6 jídel denně a uvážlivé využívání doplňků sportovní výživy (energetické zdroje, iontové nápoje, případně multivitaminové a minerální doplňky (Kreider et al., 2018).

## 1.4 Energetické zásoby v organismu a jejich využití při zátěži

V organismu se energie ukládá ve dvou formách zásobních látek – glykogenu ve svalech a játrech a v tukové tkáni ve formě triacylglycerolů. Jako zdroj energie lze využít i některé bílkoviny, nejedná se o klasický zásobní zdroj. Cílem těla je vytvořit z energetického substrátu energii ve formě ATP, jediného zdroje energie pro svalovou kontrakci (Roubík, 2018).

Tabulka 2

*Průměrné zásoby energie v organismu*

<b>Energetické zásoby</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Energie (kJ)</b>
Jaterní glykogen	80–100	1 280
Svalový glykogen	300–350	5 600
Glykémie	10	160
Tuková tkáň	10 500	388 500
Bílkoviny	12 000	200 000

*Poznámka. Zdroj: (Roubík, 2018)*

Glukóza v krvi slouží při zátěži jako zdroj energie hlavně pro mozek a při zátěži se nemůže vytvořit ze svalového glykogenu. Svalový glykogen slouží jako interní energetická zásoba pro svalovou práci. Jaterní glykogen slouží pro udržení stálé hladiny glukózy v krvi, a proto slouží jako primární zdroj energie pro vnitřní orgány. Zásoby jaterního a svalového glykogenu se vyčerpají přibližně už po 60 minutách tréninku o vysoké intenzitě a následně klesá i hladina glukózy v krvi (Roubík, 2018).

Rozlišujeme několik druhů tělesné zátěže (Roubík, 2018):

- Rychlostní/silová zátěž: V atletických disciplínách se jedná o sprinty na 100, 200 m, hody oštěpem, v silových sportech vzpírání a silový trojboj. Dominantním zdrojem energie pro svalovou práci jsou tzv. makroergní fosfáty – adenosintrifosfát a kreatinfosfát.
- Rychlostně/silově-vytrvalostní zátěž: V atletice jsou to běhy na 400 m, v silových sportech všechny kategorie kulturistiky. Vedle kreatinfosfátu je dominantním zdrojem pro resyntézu ATP ve svalu glukóza. Vzhledem k vysoké intenzitě a současně krátké délce trvání zátěže je glukóza spalována na ATP v procesu anaerobní glykolýzy. Hlavní zásobní energetickou látkou je svalový glykogen.
- Vytrvalostní zátěž: Týká se všech druhů aerobních aktivit. Zdrojem pro tvorbu ATP je glukóza, ať už spálená v procesu anaerobní glykolýzy, nebo oxidativní fosforylace. Oba procesy se dějí současně.

Čím je sportovec aerobně trénovanější, tím více a dříve jeho tělo spaluje tuky (jako zdroj energie), a tím je naopak ušetřen glykogen.

## 1.5 Nutriční timing

S podáváním kvalitního sportovního tréninku souvisí správné načasování potravy a také její složení. Nutriční timing považujeme tedy za určitou strategii, co konzumovat a v jakém množství, ale hlavně v jaký čas vzhledem k zátěži. Využití živin obsažených v potravě závisí na rychlosti trávicího traktu zpracovat a strávit potraviny. Rychlost trávení potravy ovlivňuje: množství zkonsumovaného jídla (strávení většího množství jídla trvá 2–3 hodiny), složení jídla (nejdéle se zpracovávají tuky), stav zavodnění organismu, úprava potravin, kouření, alkohol, káva, věk, fyzická zátěž (Klimešová, 2016). Je vhodné, aby se sportovec před začátkem zátěže lehce najedl a nesportoval nalačno, tato potrava by měla být lehce stravitelná. Při zátěži nalačno vzniká riziko hypoglykemie, a tudíž zhoršení sportovního výkonu. Větší jídlo by mělo být konzumováno 3–4 hodiny před zátěží. Doporučení platí i pro doplňování tekutin, půl hodiny před zátěží by měl sportovec vypít zhruba 0,5 litru tekutin. Při zátěži by měly být doplňovány hlavně tekutiny, pokud je však zátěž delší než 45 minut, je potřeba doplňovat i sacharidy. Po sportovním výkonu by měly být doplněny zásoby sacharidů – tj. 1,1 g/kg hmotnosti – a také vody (Klimešová, 2016). Dostupnost sacharidů ve formě jejich příjmu před, v průběhu a po skončení tréninkového zatížení je nezbytnou podporou efektivity intenzivního vytrvalostního tréninku, ale i regenerace, protože se tak lépe udržují dostatečné zásoby glykogenu (Kumstát, 2019).

## 1.6 Hlavní důležité složky potravy

V této kapitole se zaměříme na tři základní nutrienty a na to, jak by mělo vypadat jejich zastoupení v potravě ve výživě sportovce. Mezi základní živiny, nezbytné pro zachování života a zajištění energie pro každodenní aktivity, patří sacharidy, lipidy a proteiny. Jsou důležitým zdrojem energie, ale zmínit je třeba i jejich význam pro činnost organismu, pro jeho růst a vývoj (Klimešová & Stelzer, 2013).

Výživu můžeme rozdělit do dvou složek, jež jednotlivé nutrienty tvoří. Tyto složky jsou makronutrienty a mikronutrienty:

- Makronutrienty – sacharidy, lipidy, bílkoviny.
- Mikronutrienty – vitaminy, minerály, stopové prvky, antioxidanty.

### 1.6.1 Bílkoviny

Všechny druhy sportovních výkonů vyžadují regeneraci svalové hmoty po tréninku či závodě.

Pro silové sportovce je nejdůležitější strukturální funkce bílkovin, protože proteiny tvoří veškeré pojivové tkáně (šlachy, vazy, klouby, kosti) včetně svalových vláken. V případě potřeby mohou být bílkoviny zdrojem energie, ale narozdíl od sacharidů a tuků jsou primárně využívány jako stavební látky pro syntézu hormonů, enzymů, regeneraci pojivových tkání. Bílkoviny mají ze všech živin největší specificko-dynamický účinek (tzv. termický efekt), nejvyšší sytící efekt. Všechny bílkoviny přijaté z potravy se nerozkládají na energii (na rozdíl od sacharidů a tuků) (Roubík, 2018). Snažíme-li se tedy o změnu tělesného složení a snížení zásob tuku, je vhodné zařadit do jídelníčku vyšší podíl bílkovin v rámci celkového energetického příjmu.

Podle běžného doporučení by mělo být množství přijímané energie z 15–25 % tvořeno bílkovinami. Obecně doporučované množství příjmu bílkovin pro sportovce je 1,2–2,0 g/kg/den. Vyšší množství denního příjmu bílkovin může být vhodné pro krátké období během intenzivního tréninku nebo při snižování hmotnosti (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009).

Doporučené denní množství příjmu bílkovin se liší podle různých faktorů. Pro rekreačně sportující populaci se doporučená dávka bílkovin pohybuje mezi 1,0–1,1 g/kg. Sportovci vrcholoví, kteří se věnují vytrvalostnímu sportu, mají doporučenou dávku 1,2–1,4 g/kg. Vrcholovým sportovcům se specializací na silové sporty se doporučuje 1,6–2 g/kg bílkovin denně (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

#### 1.6.1.1 Využití bílkovin při zátěži

K výraznějšímu využití bílkovin jako zdroje energie dochází až za podmínek, že sacharidy nebo lipidy nejsou dostupné. Bílkoviny jsou pro výstavbu a opravu svalové tkáně významné až ve fázi zotavení (Klimešová, 2016).

### 1.6.2 Sacharidy

Sacharidy jsou považovány za hlavní zdroj energie buněk a jsou důležitými zásobními látkami (glykogen). Nejdůležitějším sacharidem je glukóza, zajišťuje energii pro svaly a mozek. Je výsledkem štěpení téměř všech sacharidů. Řadí se mezi monosacharidy, jež jsou zdrojem okamžité energie. Po jejich požití tělo reaguje zvýšením



hladiny glykemie a produkci inzulínu. Nevyužité sacharidy jsou uloženy ve formě glykogenu do svalů a jater a nadbytek do tukové tkáně. Zásoby sacharidů ve formě glukózy v krvi a jaterního a svalového glykogenu jsou malé, proto bychom měli sacharidy konzumovat denně. V případě jejich nedostatku ve stravě se glukóza vytváří v játrech, zejména pak z proteinů. Potřebnou energii také tělo získá tím, že začne štěpit tuky. Sacharidy bychom měli přijímat hlavně ve formě škrobovin (Klimešová & Stelzer 2013). Výhodou sacharidů je vysoká dostupnost a vstřebatelnost, rychlé zapojení do energetického metabolismu, funguje jako hlavní zdroj energie při intenzivním tréninku a závodech, nestravitelné sacharidy příznivě ovlivňují činnost střev a pomáhají předcházet metabolickým poruchám (Klimešová, 2016).

Sacharidy jsou z chemického hlediska sloučeniny obsahující ve své molekule atomy uhlíku, vodíku a kyslíku. Obecný vzorec sacharidů je  $\text{CH}_2\text{O}$ . Molární poměr je vždy 1 : 2 : 1 (v pořadí uhlík, vodík, kyslík). Například vzorec molekuly glukózy je  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Molekula glukózy tedy obsahuje 6 atomů uhlíku, 12 atomů vodíku a 6 atomů kyslíku. V 1 g sacharidů je k dispozici 4,2 kcal (Jeukendrup & Gleeson, 2010). Sacharidy jsou významným substrátem pro svalovou práci centrální nervové soustavy. Dostatečné množství sacharidů je také důležité pro podání dobrého sportovního výkonu (Kreider et al., 2018).

Zásoby sacharidů jsou v organismu omezené a pro pokrytí energetických potřeb během různých typů zatížení nejsou dostačující. Existují strategie zaměřené na vhodný příjem sacharidů před zátěží, během ní i po ní, pro oddálení nástupu únavy a zvýšení výkonnosti a vytrvalosti (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009).

Shrnutí hlavních důvodů, proč jsou sacharidy důležité pro sportovce:

- Palivo pro mozek a centrální nervovou soustavu.
- Podpora tréninkového zatížení.
- Podpora soutěžního výkonu.
- Podpora efektivity intenzivního zatížení.
- Podpora dlouhodobé regenerace.

### ***1.6.2.1 Využití sacharidů při zátěži***

Nejdůležitějším energetickým substrátem člověka je glukóza. Je tedy primárním zdrojem energie pro všechny buňky lidského těla a může být využita přímo buňkami k získání energie, uskladněním v podobě glykogenu ve svalech a játrech, přeměnou na

tuk (jako energetická zásoba). Pokud tělo přijme větší množství glukózy, než potřebuje, dochází k ukládání sacharidů ve formě jaterního a svalového glykogenu. Jaterní glykogen je využíván k udržení stálé hladiny glykemie. Svalový glykogen je využíván jako zdroj energie pro pracující svaly. Nejvíce energie uložené ve formě sacharidů je tedy ve svalové tkáni (Klimešová, 2016).

V Tabulce 3 je uvedeno, jaké je doporučené načasování příjmu sacharidů vzhledem k trvání zátěže.

Tabulka 3

*Doporučené načasování příjmu sacharidů vzhledem k době trvání zátěže*

<b>Načasování</b>	<b>Cíl</b>	<b>Zátěž</b>	<b>Příjem sacharidů</b>
1–2 dny před zatížením	Běžné pokrytí potřeb	Příprava před zátěží trvající do 90 min	1 den před zatížením 7–12 g/kg/den
	Navýšení zásob	Příprava před zátěží trvající nad 90 min	2 dny příjem 10–12 g/kg/den
Krátce před zatížením	Doplnění zásob před zatížením	Před zátěží trvající do 60 min	Během 1–4 hod před zátěží příjem 1–4 g/kg/den
Během zatížení	Podpora výkonu	Krátká zátěž do 45 min	Není nutný
		Intenzivní zatížení s trváním 45–75 min	Menší množství nebo výplach úst roztokem se sacharidy
		Vytrvalostní zátěž trvající 1–2,5 hod	30–60 g/h
		Vytrvalostní zátěž trvající nad 2,5 hod	Maximálně 90 g/h
Mezi opakovaným zatížením	Urychlení doplnění zásob	Pokud je doba mezi opakovanou zátěží nad 8 h	Během prvních 4 h po zátěži příjem 1–1,2 g/kg/h

*Poznámka. Zdroj: (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009)*

### 1.6.3 Tuky

Tuky jsou hlavní a největší zásobní formou energie v organismu a na rozdíl od ukládání energie ve formě zásobních sacharidů, kde je množství glykogenových zásob v játrech a ve svalech limitováno, tvorba tukových zásob omezená není (Roubík, 2018). Ve výživě sportovce upřednostňujeme rostlinné zdroje tuků před živočišnými (měly by být přijímány v poměru 2 : 1).

Tuky jsou zdrojem energie zejména pro dlouhou vytrvalostní zátěž, kdy preferovanou mastnou kyselinou je kyselina olejová. Jejím bohatým zdrojem je například olivový a řepkový olej nebo avokádo. Vhodné složení tuků mají dále ryby, ořechy a semena rostlin.

Ze základních živin jsou tuky nejpomaleji stravitelné, proto při jejich vyšším příjmu musí být dodržen dostatečný časový odstup od zátěže. Větší přísun tučné stravy do žaludku tlumí motilitu (hybnost) žaludku, a tím i jeho vyprazdňování do další části trávicího traktu (Klimešová, 2016).

Příjem tuků ve stravě sportovce by měl být individuální, a to na základě úrovně tréninků a také cíle, jakého chce dotyčný dosáhnout v oblasti tělesné kompozice. Příjem tuků se obvykle pohybuje v rozmezí 20–35 % celkového příjmu energie (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009).

Lipidy jsou, stejně jako sacharidy, chemické sloučeniny uhlíku, vodíku a kyslíku. Na rozdíl od sacharidů je množství vodíku v lipidech zhruba dvojnásobné. To je důvodem většího množství energie, která je uvolňována při jejich štěpení. Typická struktura mastných kyselin je  $C_3(CH_2)_{14}COOH$ . Molekula mastných kyselin tedy obsahuje 16 atomů uhlíku, 32 atomů vodíku a jen 2 atomy kyslíku. V 1 g lipidů je k dispozici 9,1 kcal (Jeukendrup & Gleeson, 2010).

#### ***1.6.3.1 Využití tuků při zátěži***

Hlavním zdrojem energie pro tvorbu ATP během zátěže jsou sacharidy a tuky (ve formě volných mastných kyselin v plazmě a intramuskulárních triacylglycerolů). Během cvičení mohou být spalovány obě živiny, ale liší se poměr jejich využívání, a to v závislosti na intenzitě a trvání zátěže, na stavu trénovanosti a složení stravy. Utilizace tuků se zvyšuje s délkou trvání zátěže. Od druhé čtvrt hodiny zátěže začíná zvolna vzrůstat podíl spalovaných tuků a klesá využití sacharidů. Metabolismus tuků probíhá v mitochondriích, tedy aerobně, a je k tomu zapotřebí vždy alespoň malý podíl glukózy. Pravidelný vytrvalostní trénink zvyšuje schopnost organismu využívat jako zdroj energie tuky. Vytrvalostní typ tréninku současně zvyšuje citlivost tukových buněk na uvolnění volných mastných kyselin a jejich využití jako zdroje energie (Klimešová, 2016).

#### 1.6.4 Voda

Člověk denně vyloučí v průměru asi 2,5 l vody (močí, stolicí, dýcháním a potem). Existují intersexuální rozdíly ve výdeji tekutin, kdy muži mají vyšší ztráty tekutin pocením ve srovnání se ženami. Muži jsou tedy ohrožení dehydratací více než ženy (Klimešová, 2016). Protože dehydratace může vést ke zhoršení sportovního výkonu, měli by sportovci udržovat přiměřenou hladinu hydratace. Existují strategie, které sportovci určují, kolik tekutin by měl přijmout před, během a po tělesné zátěži. Dostatečná míra hydratace přispívá k optimálnímu zdraví a sportovnímu výkonu.

Naopak dehydratace výkonnost snižuje, proto by ztráty vody z dýchání, produkce potu a moči měly být doplňovány (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009). Ztráta hmotnosti o více než 4 % tělesné hmotnosti během cvičení může vést k výraznému snížení fyzické výkonnosti, vyčerpání teplem, či závažným zdravotním komplikacím (Maughan & Noakes, 1991).

Doporučené množství tekutin dle délky zátěže (Pastucha, 2014) je:

- 20–30 minut: výklus, protažení – není potřeba přijímat tekutiny, při krátkém výkonu nedochází k zásadnějším ztrátám tekutin.
- 1–1,5 hodiny: většina intenzivních kolektivních sportů a cyklistických soutěží, atletické soutěže – 20 minut před zátěží je vhodný příjem 300–500 ml vody, během výkonu voda nebo rehydratačně-energetické hypotonické nápoje.
- 1,5–3 hodiny: fotbal, maraton, krátký triatlon – nebezpečí hypoglykemie, dehydratace, vyčerpání glykogenu, 20 minut před zátěží je vhodný příjem 300–500 ml vody, během výkonu 800–1 600 ml za hodinu roztok s 4–6 % sacharidů, tzv. rehydratačně-energetické hypotonické nápoje.
- 3 hodiny a více: dlouhý triatlon nebo ultramaratony – 20 minut před zátěží 300–500 ml vody, během výkonu 800–1600 ml za hodinu roztok s 5–7 % sacharidů, tzv. rehydratačně-energetické hypotonické nápoje.
- Po výkonu je potřeba doplnit množství tekutin rovnající se jeden a půl násobku ztráty tělesné hmotnosti, vhodné jsou energetické nápoje mírně hypertonické.

### 1.6.5 Minerální látky

Minerální látky jsou naprosto nezbytnou složkou naší stravy, i když nejsou nositeli energie. Mezi minerální látky řadíme ty, jejichž denní potřeba je 100 miligramů nebo vyšší. Dostatečný příjem těchto látek nám zabezpečí konzumaci pestré stravy, ale krátkodobě si tělo hladinu minerálních látek dokáže udržet i samo. Pokud je nedostatek dlouhodobý, tělo čerpá ze zásob uložených ve svalech, játrech a kostech (Klimešová & Stelzer, 2013). Nejdůležitější minerální látky lidského těla jsou: sodík, draslík, vápník, fosfor, chlór a hořčík. Nejdůležitějšími stopovými prvky lidského těla jsou: síra, železo, zinek, jód, selen, fluór, měď, chróm, mangan a hliník.

V našich podmínkách, kdy se potýkáme zejména s nadměrnou konzumací potravy, se s výraznějším nedostatkem minerálních látek a stopových prvků běžně nesetkáváme. Nejvýznamnější z hlediska nutričních defektů je nedostatek vápníku, železa a jódu. V posledních letech je kladen důraz také na dostatečné množství hořčíku a zinku ve stravě (Klimešová, 2016).

V případě, že sportovci konzumují nedostatečné množství minerálů nebo stravu špatně zvolenou, mohou nedostatek minerálů doplňovat různými doplňky stravy, nejčastěji se jedná o vápník, železo a vitamin D. Často se však stává, že i sportovci, kteří mají dostatek minerálů ve stravě, konzumují velké množství právě potravinových doplňků. Nutno podotknout, že zvyšování sportovní výkonnosti po užívání takových prostředků nebylo prokázáno (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009).

### 1.6.6 Vitaminy

Stejně jako minerální látky nejsou ani vitaminy nositeli energie. Podle rozpustnosti rozdělujeme vitaminy na rozpustné ve vodě nebo vitaminy rozpustné v tucích. Vitaminy rozpustné v tucích mohou být ve velkém množství uloženy v organismu a jejich denní příjem není zcela nutný. Při vysokém příjmu naopak hrozí riziko předávkování. Vitaminy rozpustné v tucích jsou A, D, E, K. Vitaminy rozpustné ve vodě jsou v organismu pouze v malém množství, a proto bychom je měli přijímat denně. Některé z těchto vitaminů mohou být ve vysokých dávkách pro tělo škodlivé, ale při vysokých dávkách hrozí menší riziko toxicity. Mezi vitaminy rozpustné ve vodě řadíme vitamin C a vitaminy B komplexu.

Vitaminy hrají velkou roli v obnově struktury kostí a svalové tkáně a také při podpoře imunitního systému (Klimešová & Stelzer 2013). Sportovci by měli klást důraz na konzumaci vitaminů nebo minerálních látek z různých zdravotních důvodů, včetně niacinu, aby zvýšili hladinu lipoproteinů s vysokou hustotou (HDL) ke snížení srdečních onemocnění, vitamínu E pro jeho antioxidační potenciál, vitamínu D pro jeho schopnost udržení normální kvality kostí a normální činnosti svalů nebo vitamínu C pro podporu a udržení zdravého imunitního systému (Kreider et al., 2018).

### **1.6.7 Antioxidanty**

Antioxidanty hrají důležitou roli při ochraně buněčných membrán před oxidačním poškozením. V přirozené potravě jsou obsaženy v ovoci a zelenině (American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine, 2009). Antioxidanty jsou jednak přírodní látky, které získáváme z potravin (vitamin C, zinek, beta karoten), a jednak je obsahují přípravky, kde je jejich obsah přesně definován. Antioxidanty v těle musejí být v rovnováze s oxidanty, aby se minimalizovalo poškození buněk a tkání. Tyto látky pomáhají chránit organismus před oxidativním poškozením, jež může pocházet z vlastního metabolismu nebo může vznikat působením stresorů vnějšího prostředí. Antioxidanty na sebe navzájem působí pomocí sítě enzymatických a neenzymatických vzájemně závislých reakcí a preventivně tak působí proti vzniku oxidativního stresu, vznikajícímu oslabením antioxidační obranyschopnosti organismu (Mach, 2012).

### **1.7 Sportovní doplňky**

Pestrá strava přijímaná ve vhodném množství by měla sportovci zajistit všechny potřebné nutrienty. V případech, kdy má sportovec ve svém jídelníčku nedostatek nutrientů, kompenzuje jejich nedostatek užíváním sportovních doplňků stravy, aby tyto ztráty nahradil. Nejvyužívanějšími produkty, které se objevují na trhu, jsou proteinové doplňky stravy. Objevují se v různých formách, ať už v podobě prášku, nebo jako tyčinky. Doplňky stravy bychom měli chápat jako prostředek pro doplnění kvalitně cíleného jídelníčku, rozhodně bychom jimi neměli nahrazovat klasickou stravu (Kreider et al., 2018).

Doplňky stravy si můžeme rozdělit do několika kategorií. Dle účinnosti a bezpečnosti můžeme rozlišit 4 kategorie: efektivní a bezpečné, pravděpodobně efektivní, nejasný efekt, neúčinné nebo nebezpečné. Vhodnou suplementaci můžeme také volit podle toho, jakého efektu chceme docílit nebo co hodláme podpořit – např. tvorba svalové hmoty, podpora výkonu, snižování hmotnosti (Kreider et al., 2018).

- 1) Za efektivní a bezpečné suplementy vhodné pro podporu tvorby svalové hmoty považujeme např. gainery, kreatin, proteiny. Pro případ podpory výkonu můžeme vybírat ze sportovních nápojů, kreatinu, nitrátů, kofeinu a při snižování hmotnosti nám pomůžou doplňky s termogenním efektem obsahující efedru anebo kofein (Kreider et al., 2018)
- 2) Za pravděpodobně efektivní suplementy při tvorbě svalové hmoty volíme BCAA, jež můžou sloužit také na podporu výkonnosti. A pro snižování hmotnosti můžeme užívat vápník či extrakt zeleného čaje (Kreider et al., 2018).
- 3) Za doplňky stravy s nejasným efektem pro tvorbu svalové hmoty považujeme rostlinné výtažky s anabolickým efektem (ecdysterones), GHS (stimulant růstového hormonu) – látka je zakázána Světovým antidopingovým kodexem. Pro podporu výkonu slouží MCT-mastná kyselina se střední délkou řetězce. Ke snižování hmotnosti můžeme použít chitosan, cholin, betain (Kreider et al., 2018).
- 4) Jako neúčinné nebo nebezpečné látky do kategorie tvorba svalové hmoty řadíme glutamin, smilax, bor, chrom, isoflavony. Při podpoře výkonu označujeme jako nebezpečné nebo neúčinné glutamin, ribózu a inosin. V případě snižování hmotnosti se jedná například o látky chitosan, fosfát, L-karnitin, chrom (Kreider et al., 2018).

Sportovní doplňky můžeme rozdělit i z hlediska toho, na jaké bázi je jejich složení (Pastucha, 2014).

### 1) Bílkovinné přípravky

Proteinové přípravky: Tyto přípravky užívají především siloví sportovci. K dispozici jsou nejčastěji ve formě prášku nebo v podobě proteinových tyčinek:

- Syrovátka.
- Kasein.
- Sójový protein.

Aminokyseliny:

- BCAA.
- Kreatin.
- Arginin.
- Glutamin.

### 2) Sacharidové přípravky

Sacharidové přípravky nebo také gainery jsou směsí rychle stravitelných sacharidů, lehce stravitelných bílkovin a často i jiných přidaných látek. Jejich užívání by mělo být omezeno pouze na dobu po ukončení zátěže, a to pro urychlení resyntézy spotřebovaného glykogenu. Není vhodné jejich užívání v průběhu dne nebo před spaním, neboť mohou způsobovat nárůst podílu tukové tkáně (Pastucha, 2014).

Spalovače tuku jsou široká skupina látek, které se používají k redukci tukových zásob při hubnutí a rýsování postavy:

- L-karnitin.

### 3) Stimulanty

- Kofein.
- L-aurin.
- Guarana.

### 4) Iontové nápoje

Obsahují nejčastěji ionty sodíku, draslíku, hořčíku.

A jako poslední uvedeme dělení podle účinku (Pastucha, 2014):

- Nárůst svalové hmoty – proteinové a aminokyselinové preparáty.
- Nárůst svalové síly – ochrana svalové hmoty.
- Pitný režim – doplnění tekutin a minerálů.
- Energetické doplňky – tyčinky, gely, tablety.
- Urychlení regenerace – sacharidové preparáty a některé aminokyseliny.



- Redukce tukové tkáně – cílem je omezení ukládání tuků, podpora jejich odbourávání.
- Antioxidanty – chránění organismu před působením volných radikálů.
- Energizéry – přípravky skládající se převážně z kofeinu, cílem je zlepšit mentální i fyzickou výkonnost.
- Specifické doplňky – nehomogenní řada doplňků sportovní výživy, jejich efekt bývá často sporný.

## **1.8 Zpracování poznatků týkajících se nízkosacharidové diety**

### **1.8.1 Nízkosacharidová dieta**

Nízkosacharidové stravování znamená omezení celkového denního příjmu sacharidů pod 45–60 % doporučeného množství. Pro podrobnější určení si můžeme tento typ stravování rozdělit do 3 skupin: strava s množstvím sacharidů odpovídajícím 26–45 % celkového denního příjmu, strava s nízkým množstvím sacharidů <26 % celkového denního příjmu a strava s velmi nízkým obsahem sacharidů <10 % celkového denního příjmu (Noakes & Windt, 2016). Mezi sportovce, které bychom mohli považovat za ideální skupinu pro nízkosacharidovou dietu, jsou považováni závodníci ultradistančních běhů, u nichž je možné – vzhledem k výrazné dominanci oxidativního tukového metabolismu – očekávat individuální profit (Maunder et al., 2018).

### **1.8.2 Jak funguje tělo při omezení sacharidů**

Při omezení sacharidů ve stravě tělo využívá zásoby glykogenu (pro udržení hladiny glukózy v krvi). Zásoby glykogenu má lidské tělo uložené ve svalech a v játrech. Většina těchto zásob je výrazně omezena již do 48 hodin od snížení hladiny sacharidů. Jakmile jsou zásoby glykogenu vyčerpány, tělo začne zvyšovat oxidaci tuků, aby pokrylo všechny energetické požadavky. Aby se udrželo dostatečné množství cirkulující glukózy pro centrální nervový systém, bude zvýšena glukoneogeneze. Mastné kyseliny uvolňované do krve mohou být játry a svaly oxidovány za účelem výroby energie. Taktéž mohou být v játrech částečně oxidovány za vzniku acetoacetátu a ten může být následně převeden na beta-hydroxymáselnou kyselinu a aceton. Tato ketonová těla mohou být využita jako energetické palivo ve všech tkáních, včetně svalů a mozku (Adam-Perrot, Clifton, & Brouns, 2006).

Inzulín aktivuje klíčové enzymy v drahách, které ukládají energii získanou ze sacharidů, a pokud v potravě není dostatek sacharidů, výsledná snížená hladina inzulínu vede ke snížení lipogeneze a hromadění tuků. Po několika dnech hladovění nebo snížené spotřeby sacharidů (pod 50 g/den) se zásoby glukózy stávají nedostatečnými pro normální oxidaci tuků dodáváním oxaloacetátu v Krebsově cyklu a pro dodávku glukózy do centrálního nervového systému (Owen et al., 1967).

### 1.8.3 Negativa nízkosacharidového stravování

Ketogenní dieta, kdy je příjem sacharidů minimální, může způsobit zvýšenou koncentraci kyseliny močové v krvi. Osoby dodržující tento typ stravování mohou být vystaveny většímu riziku, že nepokryjí veškeré nutriční potřeby. Nízká spotřeba ovoce a zeleniny může vést k nedostatku vitaminů, vápníku, ale i různých minerálních látek, což může mít za následek snižování hustoty kostí (Adam-Perrot et al., 2006).

Jak už bylo zmíněno, tento typ stravování souvisí se snížením sacharidů ve stravě a zvýšením příjmu bílkovin nebo tuků. Proto by další zdravotní rizika mohla také souviset s tím, zda jsou sacharidy v potravě nahrazeny tuky a bílkovinami na rostlinné, nebo živočišné bázi (Seidelmann et al., 2018).

Počáteční přechod z běžné stravy na stravu nízkosacharidovou může být doprovázen vedlejšími účinky, jako jsou: nadýmání, zácpa, únava, zapáchající dech, silná únava, bolest hlavy, nepravidelnosti v hormonálním cyklu u žen, ztráta svalového objemu, špatná regenerace po zátěži, křeče a bolesti svalů (Zlatoš, 2014).

Negativa nízkosacharidového stravování pro sportovce (Pyke, 2017):

- Porucha oxidace sacharidů – přizpůsobení nízkosacharidové dietě může narušit využití glykogenu snížením glykogenolýzy a ovlivněním enzymů podílejících se na energetickém metabolismu, může tedy dojít ke zhoršení výkonu při cvičení s vysokou intenzitou zatížení.
- Zhoršení imunitního systému – absence sacharidů může nepříznivě ovlivnit imunitní systém sportovce; uvádí se, že nejúčinnější způsob, jak se vyhnout nemoci nebo infekci během těžkých tréninkových cyklů, je zajistit stabilní příjem sacharidů.
- Zhoršení výkonnostní kapacity.

Další možná negativa (Zlatoš, 2014):

- Ztráta maximální síly a vytrvalosti.
- Bolesti svalů.
- Pomalá regenerace svalů a glykogenu.
- Slabost při tréninku až nechut' k pohybu.
- Ztráta svalového objemu (zvýšený katabolismus).
- Časté křeče v průběhu zátěže i po ní.
- Točení hlavy při tréninku (někdy až kolaps).

#### **1.8.4 Pozitiva nízkosacharidového stravování**

Po zdravotní stránce existují důkazy o pozitivním vlivu nízkosacharidové diety pro člověka. Nízkosacharidová dieta může účinně podporovat hubnutí a může také vést k příznivým změnám v krevních lipidech – snížení triacylglycerolů a snížení hladiny špatného cholesterolu v krvi (Liebman, 2014). Některé souborné práce proto nízkosacharidové postupy prezentují jako výživové strategie s uplatněním v prevenci civilizačních onemocnění (Noakes & Windt, 2017).

Kumstát (2019) uvádí, že ve sportovním světě vede nízkosacharidová dieta k adaptacím podporujícím schopnosti využití tuků jako zdroj energie a vede k lepší adaptaci na vytrvalostní trénink. Při nízkosacharidové dietě je 2x zvýšená schopnost svalů oxidovat endogenní a exogenní zdroje tuků. Podle Roubíka (2018) je však nízkosacharidová dieta vhodná pouze pro sportovce, jejichž sportovní výkon není primárně závislý na glykogenu (vzpěrači, siloví trojbojaři) a pro sportovce s vyšším výchozím množstvím tělesného tuku. Dietu považuje za vhodný typ redukční diety pro nesportovce, kteří usilují o snížení tělesné hmotnosti bez fyzické aktivity.

Kumstát (2019) dále uvádí jako nejčastější zdravotní aspekty diety redukci tělesné hmotnosti, zlepšenou glykemickou kontrolu u pacientů s diabetem 2. typu, snížení krevního tlaku i abdominální obezity. Většina těchto pozitiv však platí pro běžnou populaci, a ne přímo pro sportující skupinu.

#### **1.8.5 Druhy nízkosacharidových diet**

Při minimalizaci sacharidové složky v potravě není energetickým substrátem pro lidské tělo glukóza, ale ketolátky vznikající právě při metabolismu tuků za podmínky dostatečného vyčerpání glykogenu. Nízkosacharidové režimy omezují sacharidy a naopak kompenzují chybějící energii přebytkem tuků ve stravě. Je nutné, aby se organismus dostal do ketózy, kdy jsou ketolátky použity jako náhradní energetický substrát (Kysel, Vilikus, & Daďová, 2019).

Jsou známé čtyři formy ketogenních diet (Kysel, Vilikus, & Daďová, 2019):

- **Cyklická ketogenní dieta** – forma ketogenní diety, kdy se střídají dvě různě dlouhé fáze, delší fáze (nízkosacharidová) a kratší fáze (vysokosacharidová). Převažuje vysoký příjem tuků a nižší příjem bílkovin. Cílem je rychlá optimalizace tělesné hmotnosti s výrazným úbytkem podkožního tuku a se zachováním svalové hmoty.
- **Cílená ketogenní dieta** – řeší vztah mezi tréninkem a cílenou úpravou stravy ve prospěch tuků, sacharidy jsou navíc doplňovány před tréninkem, ale i po tréninku. Cílenou ketogenní dietu a cyklickou ketogenní dietu považujeme za nejvhodnější druh nízkosacharidové diety pro sportovce. Tento druh diety je koncipován podobně jako cyklická ketogenní dieta, ale sportovec doplňuje sacharidy před tréninkem a po něm do výše 50 gramů.
- **Standardní ketogenní dieta** – od ketogenní diety se liší množstvím bílkovin v jídelníčku. Ve vyšším množství jsou zastoupeny tuky (70–75 %), následně bílkoviny (20 %) a poté velmi malé množství sacharidů (5–10 %).
- **Ketogenní dieta** – obecně si bere za cíl snížit hladinu glukózy v krvi, a tím optimalizovat složení těla. Je podobná standardní ketogenní dietě, ale množství přijímaných bílkovin je vyšší. V jídelníčku jsou bílkoviny zastoupeny 35 %, tuky tvoří 60 % a sacharidy 5–10 %.

### 1.8.6 Strategie snížení sacharidů v tréninku

V tréninku existují strategie, s jejichž pomocí snižujeme sacharidové zásoby v těle. Manipulace s některými zdroji sacharidů může vést ke zvýšené tréninkové adaptaci. Dvě hlavní strategie, kdy můžeme manipulovat s množstvím sacharidů, jsou dvoufázový trénink a strategie sleep low (český překlad by zněl „spánek bez doplnění sacharidů“). Jedná se o to, že sportovec absolvuje večerní intenzivní trénink za vysoké sacharidové dostupnosti a po tréninku již nesmí přijmout žádné sacharidy. Tento postup vede k redukci jaterního, ale zejména i svalového glykogenu pro ranní/dopolední trénink. Následuje spánek s nízkou hladinou sacharidů. Druhý den následuje méně intenzivní trénink v ranních hodinách. Probíhá nalačno nebo po snídani bez sacharidů.

Kombinace večerního (bez následné regenerace glykogenu) a ranního tréninku „nalačno“ tak významně snižuje endogenní i exogenní dostupnost sacharidů (Kumstát, 2019).

Sleep low strategie je modifikací mezi sportovci populární metody tréninku nalačno. Termín „sleep low“ byl poprvé zmíněn v r. 2015 (Lane et al., 2015). Současné tohoto pojetí tréninku manipuluje pouze s exogenní dostupností sacharidů. Trénink nalačno tak nabízí dostatečnou endogenní dostupnost sacharidů ve formě svalového i jaterního glykogenu (Kumstát, 2019).

Druhá strategie, kdy můžeme manipulovat se zásobami sacharidů, je dvoufázový trénink. Trénink absolvovaný záměrně s redukovanými iniciálními zásobami glykogenu nebo omezenou exogenní dostupností sacharidů bývá spojován nejčastěji s vytrvalostními sportovci (Lane et al., 2015). Zjednodušené schéma nízké dostupnosti sacharidů u dvoufázového tréninku vypadá následovně: ranní/dopolední tělocvičná jednotka (90–120 min) ve vysoké intenzitě → nedostatek glykogenu → limitovaný přísun sacharidů před odpoledním/podvečerním tréninkem → nedostatečná nahrazení glykogenu → odpolední trénink (střední až vysoká intenzita  $\leq 90$  min). Druhý trénink je absolvován cíleně v režimu nízké endogenní i exogenní dostupnosti sacharidů (Kumstát, 2019).

## 2 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je kritické zhodnocení účinků nízkosacharidové diety na sportovní výkon.

Dílčí cíle:

- 1) Zhodnotit vliv nízkosacharidové diety na vytrvalostní výkon.
- 2) Zhodnotit vliv nízkosacharidové diety na silový výkon.
- 3) Zhodnotit vliv nízkosacharidové diety na tělesné složení.
- 4) Zhodnotit subjektivní zkušenosti sportovců s nízkosacharidovou dietou pomocí anketního šetření.

### 3 Metodika

Pro dosažení cíle práce byla použita syntéza poznatků z dostupné literatury a zpracování anketního šetření oslovených sportovců.

#### 3.1 Metodika teoretické části

Za účelem prostudování dostatečného množství literatury jsem používala primárně internetové databáze Google Scholar a databázi SCOPUS a Medline.

Stěžejními dokumenty pro moji práci byly:

Kreider et al., 2018,

Kumstát, 2019,

American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports, Medicine, 2009.

Do internetových databází jsem zadávala klíčová slova:

„sport nutrition“,

„low carb diet“,

„sport performance“,

„endurance athlete“.

Pro moji práci byly klíčové ty studie, které obsahovaly informace o délce experimentu a typu zatížení sportovce a v nichž autoři jasně definovali výsledky svého experimentu. Počet studií vyhovujících pro mou práci byl 36.

Studie jsem si následně rozdělila do kategorií, a to podle účinku na výkon sportovce (Tabulka 4).



Tabulka 4

*Rozčlenění studií do kategorií podle účinku*

<b>Kategorie</b>	<b>Studie</b>
Studie, které nepopisují žádný účinek na vytrvalostní výkon	Phinney (1983), Hawley (1998), Miller (1999), Burke (2002), Vogt (2003), Zehnder (2006)
Studie, které nepopisují žádný účinek na výkon silových sportovců	Paoli (2012), Sawyer (2013), Waldman (2017)
Studie popisující pozitivní vliv na sportovní výkon	Lambert (2001), Rhyu (2014), Webster (2017)
Studie popisující negativní vliv na sportovní výkon	Maughan (1997), Miller (1999), Flemming (2003), Burke (2004), Burke (2015), Escobar (2016), Urbain (2017), Zinn (2017), Burke (2017)
Studie, které popisují pozitivní změny tělesného složení	Flemming (2003), Stellingwerf (2005), Nordmann (2006), Westman (2007), Shai (2008), Yeo (2011), Paoli (2012), Sawyer (2013), Bueno (2013), Bazzano (2014), Zinn (2017), Heatherley (2017), Zinn (2017), Noakes (2017), Waldman (2018), McSwiney (2018), Vargas (2018)

### 3.2 Metodika anketního šetření

Anketní šetření zaměřené na osobní zkušenosti sportovců s použitím nízkosacharidové diety bylo provedeno na začátku roku 2020. Zúčastnilo se ho celkem 132 osob. Anketa probíhala elektronicky online formou. Limitem pro zařazení do studie bylo: aktivní sportovec a zkušenost s nízkosacharidovou dietou.

#### 3.2.1 Charakteristika výzkumného souboru

Ze 132 osob, které se anketního šetření zúčastnily, bylo 58 mužů a 74 žen. Celkem 46 osob odpovědělo, že stále dodržuje nízkosacharidovou dietu, a 86 osob se tak v minulosti stravovalo. Na anketu odpovídali nejčastěji lidé ve věku 15–20 let (37 %) a 20–25 let (39 %). Do skupiny 25–35 let patřilo 20 % odpovídajících a nad 35 let věku odpovídalo 13 %. Ve výzkumném vzorku měli s nízkosacharidovým stravováním nejvíce zkušeností lidé do 25 let. Ankety se zúčastnilo 74 lidí věnujících se vytrvalostnímu sportu a 58 osob, které se věnovaly sportu silovému.

### **3.2.2 Anketa**

Anketní formulář obsahoval 16 otázek pro sportovce, zaměřených na osobní zkušenosti s nízkosacharidovou stravou (viz Příloha 1). Všechny otázky byly uzavřené.

Anketní formulář byl volně dostupný na internetu – v období od 9. 1. 2020 do 16. 3. 2020 – a byl opakovaně sdílen na sociální síti Facebook. Anketa byla určena pouze pro osoby, které mají s nízkosacharidovým typem stravování zkušenosti a buď se tak stravovaly, nebo se tak stále stravují. Celkově byla zpracována data od 132 osob. Výsledky jsou prezentovány popisnou statistikou.

## 4 Výsledky

### 4.1 Využití nízkosacharidové diety ve vytrvalostních sportech

Vytrvalostní sporty praktikují dlouhá cvičení o různé intenzitě. Může se jednat o rychlostně/silově-vytrvalostní zátěž nebo vytrvalostní zátěž, jejíž doba trvání může být až v rádech hodin. V těchto případech vyčerpání sacharidů přispívá k únavě, protože množství sacharidů, jež může člověk uložit jako glykogen, je omezené. Vytrvalostní atleti mohou být schopni zlepšit výkon, pokud dokážou maximalizovat využití tuků. Vytrvalostní sportovci mají vysokou míru oxidace tuků – jako adaptaci ze svého tréninku (Pyke, 2017).

Zvýšený příjem tuků a snížený příjem sacharidů by měl způsobit, že se tělo začne spoléhat na tuk jako zdroj energie, čímž ušetří zásoby glykogenu ve vytrvalostních sportech, a tím selepší sportovní výkon.

#### 4.1.1 Studie týkající se vytrvalostních sportovců, u nichž nebyl prokázán žádný účinek na sportovní výkon

Tabulka 5

*Studie nepopisující žádný účinek na vytrvalostní výkon sportovce*

Autor	Výzkumný soubor	Intervence	Závěry
Burke et al. (2002)	8 sportovců	Nízkosacharidová dieta trvající 5 dní	Žádná významná změna ve výkonu 70 % VO <sub>2</sub> max
Hawley, Brouns & Jeukendrup (1998)	Vytrvalci	Nízkosacharidová dieta trvající 10 dní	Žádná změna ve výkonu o intenzitě 60 % VO <sub>2</sub> max
Miller & Wolfe (1999)	Vytrvalci		Žádná změna ve výkonu o intenzitě 65 % VO <sub>2</sub> max a
Phinney et al. (1983)	5 cyklistů	Nízkosacharidová dieta trvající déle než 28 dní	Žádná změna ve výkonu cyklistů
Vogt et al. (2003)	11 duatlonistů	Nízkosacharidová dieta trvající 35 dní	Žádná významná změna ve výkonech střední až vysoké intenzity
Zehnder et al. (2006)	11 vytrvalců	Nízkosacharidová dieta trvající 1,5 dne	Žádná změna v časovce na 20 km

Dle publikovaných studií v Tabulce 5 můžeme konstatovat, že nízkosacharidová dieta nevede ke zlepšení vytrvalostního výkonu sportovce. I když se diety lišily v celkové době trvání od 1,5 dne až do 35 dnů, nebyly zaznamenány žádné změny ve výkonech.

#### 4.1.2 Žádný účinek nízkosacharidové diety na sportovní výkon silových sportovců

Níže uvádím studie týkající se pouze silových sportovců, které shodně nepopisují žádné zlepšení v jejich silové výkonnosti. Uvádím účastníky studie a délku jejich nízkosacharidového režimu. Autoři studií se shodně zabývali silovým výkonem, kdy po nastavení nízkosacharidového režimu nedošlo k žádným pozitivním změnám (Tabulka 6).

Tabulka 6

*Studie nepopisující žádný účinek na silový výkon sportovce*

Autoři	Výzkumný soubor	Intervence	Závěr
Paoli et al. (2012)	8 gymnastů	30 dní	Žádná změna v silovém výkonu sportovce
Sawyer et al. (2013)	31 trénovaných sportovců	7 dní	Žádná změna v silovém výkonu sportovce
Waldman et al. (2017)	11 silových sportovců	15 dní	Žádná změna v silovém výkonu sportovce

Paoli et al. (2012) zkoumal vliv nízkosacharidové diety u elitních sportovců zaměřených na gymnastiku. Během 30 dní nedošlo k žádné změně v síle gymnastů při cvičení s tělesnou hmotností. Nebyly zaznamenány žádné významné změny. Studie popsala, že během krátkodobého dodržování nízkosacharidové diety dojde k pozitivním změnám na hmotnosti tělesného tuku, a to bez negativního dopadu na sportovní výkon.

Sawyer et al. (2013) ve své studii popsal, že sportovci účastníci se výzkumu konzumovali daleko méně kalorií než při běžném stravovacím režimu. Sportovcům se snížila hmotnost tělesného tuku, avšak výkonnost zůstala zachována. Nebyly popsány žádné negativní ani pozitivní změny.

Studie Waldmana et al. (2017) sledovala 11 mužů trénovaných na silový výkon. Účastníci absolvovali během 15 dní každých 5 dní test na běžícím pásu. Bylo popsáno, že nedošlo ke snížení výkonu, ale opět autor popisuje pozitivní změny v hmotnosti tělesného tuku.

### 4.1.3 Nízkosacharidová dieta s negativním vlivem na sportovní výkon

Autoři 9 studií uvádějí, že po aplikaci nízkosacharidové diety došlo ke zhoršení u vytrvalostních a silových sportovců (Burke 2004, Burke 2015, Burke 2017, Escobar 2016, Flemming 2003, Maughan 1997, Miller 1999, Urbain 2017, Zinn 2017). Maughan a Miller zjistili, že v první týdnu adaptace organismu na vysokotukovou dietu dochází k přechodnému, ale výraznému zhoršení výkonu (o 10–30 %). Po 3–4 týdnech se výkony vrací k původním nebo téměř původním výkonům než v době před započítáním restriktce sacharidů. Burke ve své review tyto výsledky potvrdila, a dokonce pokládá taková dietní omezení při intenzitách nad 80 %  $\text{VO}_2$  max za škodlivá.

Níže vypsané studie se lišily dobou trvání nízkosacharidového režimu a druhem sportovního zatížení. Doba trvání byla od tří dnů až po více než sedmdesát dní. Všechny studie se shodují na tom, že po experimentu zavedení nízkosacharidové diety, po jakoukoliv dobu, došlo u všech sportovců ke zhoršení vytrvalostního i silového tréninku. Zinn (2017) popisuje své výsledky na skupině, která se vrcholově nevěnuje žádnému sportu a experiment trval více než 70 dní. Následné výsledky testu na kole nebo formou běhu prokázaly zhoršení výsledků oproti době před zavedením nízkosacharidového režimu.

Uvádíme probandy, kteří se experimentu zúčastnili, a dobu trvání experimentu (Tabulka 7).

Tabulka 7

*Studie popisující negativní vliv na sportovní výkon*

Autor	Výzkumný soubor	Intervence	Závěry
Burke, Kiens & Ivy (2004)	Sportovci obecně	Nízkosacharidová dieta trvající déle než 28 dní	Zhoršení vytrvalostního i silového výkonu
Burke (2015)	Sportovci obecně	Nízkosacharidová dieta trvající déle než 28 dní	Zhoršení vytrvalostního i silového výkonu
Burke et al. (2017)	Závodní elitní chodci	Nízkosacharidová dieta trvající 3 týdny	Zhoršení výkonu o intenzitě 80 % VO <sub>2</sub> max
Escobar, Morales & Vandusseldorp (2016)	18 crossfiterů	Nízkosacharidová dieta trvající 9 dní	Zhoršení silové vytrvalosti
Flemming et al. (2003)	20 sportovců	Nízkosacharidová dieta trvající 6 týdnů	Zhoršení vytrvalostního i silového výkonu
Maughan et al. (1997)	Cyklisti, sportovci věnující se posilování	Nízkosacharidová dieta trvající 3–4 dny	Zhoršení v odporovém tréninku i cyklistickém výkonu
Miller & Wolfe (1999)	Sportovci věnující se posilování		Zhoršení v odporovém tréninku
Urbain et al. (2017)	42 vytrvalců	Nízkosacharidová dieta trvající déle než 42 dní	Zhoršení vytrvalostního i silového výkonu
Zinn et al. (2017)	5 nesportovců	Nízkosacharidová dieta trvající déle než 70 dní	Zhoršení vytrvalostního výkonu

Většina prací uvedených v tabulce 7 potvrdila, že zvýšená tuková oxidace nepokryje u vytrvalců ani u silových sportovců energetickou potřebu a vlivem nedostatečného množství sacharidů dojde k poklesu výkonnosti.

#### 4.1.4 Nízkosacharidová dieta s pozitivním vlivem na sportovní výkon

Autoři vypsaných studií se shodují na pozitivním vlivu diety na sportovní výkon (Tabulka 8). Byla zařazena nízkosacharidová dieta s následným zařazením sacharidů zpět do jídelníčku.

Lambert, Goedecke & Van Zyl (2001) řeší 5 cyklistů, a to systémem 10 + 3. Zlepšení výkonu u testovaných cyklistů nastalo, když po desetidenním dodržování nízkosacharidového režimu zařadili autoři studie na tři dny vysokosacharidový režim (až 70 % sacharidů ve stravě). Výsledné testování proběhlo po cyklistickém výkonu trvajícím 150 minut při 70 % VO<sub>2</sub> max. Probandy následně testovali v časovce na 20 km. Před testováním aplikovali účastníkům 400 ml roztoku triacylglycerolu a během samotného testování 600 ml roztoku triacylglycerolu v kombinaci se sacharidy. Cyklisti prokázali průměrné zlepšení výkonu v časovce až o 2,9 minut.

Rhyu & Cho (2014) se zaměřili na 20 taekwondo sportovců, a to na období 3 týdnů – 20 taekwondistů bylo rozděleno na dvě poloviny, kdy jedna skupina dodržovala dietu nízkosacharidovou a druhá skupina dietu vysokosacharidovou (po dobu 3 týdnů). Skupina s omezeným režimem sacharidů popisovala v následném testu menší únavu a u této skupiny bylo také zaznamenáno zlepšení výkonu v běhu na 2 km a ve Wingate testu.

Webster et al. (2017) řeší skupinu vytrvalci triatleti, a sice v časovém úseku 4 + 3 týdny: Nízkosacharidová dieta byla aplikována na vytrvalostně sportující po dobu 4 týdnů a následně přišlo pozvolné přidávání sacharidů do tréninku (po dobu 3 týdnů). Testy po experimentu spočívaly ve sprintu na 30 sekund, sprintu po dobu 4 minuty, v časovce na 20 km a v časovce na 100 km. V časovce na 100 km došlo k mírnému zhoršení než před testem. Naopak při časovce na 20 km došlo ke zlepšení o 2,8 %. Ve 30s sprintu nezaznamenali autoři studie žádné významné změny a ve 4minutovém sprintu došlo opět k mírnému zlepšení (o 1,6 %).

Tabulka 8

*Studie popisující pozitivní vliv na sportovní výkon*

<b>Autoři</b>	<b>Výzkumný soubor</b>	<b>Intervence</b>	<b>Závěry</b>
Lambert, Goedecke & Van Zyl (2001)	5 cyklistů	Nízkosacharidová dieta trvající 10 dní + 3 dny sacharidového doplnění	Zlepšení výkonu v časovce na 20 km
Rhyu & Cho (2014)	10 teakwondistů	Nízkosacharidová dieta trvající 3 týdny	Zlepšení běhu na 2 km a Wingate testu
Webster et al. (2017)	Triatlonisté	Nízkosacharidová dieta trvající 4 týdny + 3 týdny pozvolného doplňování sacharidů do tréninku	Zlepšení krátkodobého výkonu

#### 4.1.5 Účinky nízkosacharidové diety na složení těla

Níže jsou vypsány studie, které shodně popisují pozitivní účinky diety na tělesné složení (Tabulka 9). U každé ze studií je uvedeno, kdo se jí účastnil a doba trvání nízkosacharidového režimu.

Tabulka 9 shrnuje údaje týkající se aktivních sportovců, u nichž bylo totožně popisováno snížení tukových zásob a zvýšení oxidace tuků. Díky zvýšenému pocitu sytosti dochází ke spontánnímu snížení denního příjmu energie.



Tabulka 9

*Studie týkající se aktivních sportovců*

<b>Autor</b>	<b>Výzkumný soubor</b>	<b>Intervence</b>	<b>Závěry</b>
Flemming et al. (2003)	20 sportovců	Nízkosacharidová dieta trvající 6 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 2,2 kg), zvýšená oxidace tuků
Heatherley et al. (2017)	8 běžců	Nízkosacharidová dieta trvající 3 týdny	Zvýšená oxidace tuků, snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 2,5 kg)
McSwiney et al. (2018)	20 vytrvalostních sportovců	Nízkosacharidová dieta trvající 12 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (až o 5,9 kg)
Paoli et al. (2012)	8 gymnastů	Nízkosacharidová dieta trvající 4 týdny	Snížení tělesné hmotnosti, snížení tělesného tuku (průměrné snížení o 2 kg)
Sawyer et al. (2013)	31 sportovců	Nízkosacharidová dieta trvající 1 týden	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 2 kg)
Stellingwerf et al. (2005)	7 cyklistů	Nízkosacharidová dieta trvající 1 týden	Zvýšená oxidace tuků, snížená oxidace sacharidů
Vargas et al. (2018)	24 mužů cvičících odporový trénink	Nízkosacharidová dieta trvající 8 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 2 kg)
Yeo et al. (2011)	Vytrvalostní sportovci	Nízkosacharidová dieta trvající 2 týdny	Zvýšená oxidace tuků

Autoři studií uvedených v Tabulce 9, kteří studovali vliv ketodiety na tělesné složení, dospěli ve svých pracích k jednoznačnému názoru, že v rámci omezení sacharidů ve stravě se zdroje paliva mění z přednostní glukózy a mastných kyselin na mastné kyseliny a především ketony. Dále došli k závěru, že diety stanovující množství tuků a energie dle chuti vedou k redukci chutí a ve finále právě ke snížení tělesné hmotnosti. U sportujících osob se úbytek tukové tkáně pohyboval od 2 kg až do 5,9 kg, podle délky trvání nízkosacharidového režimu. Krátkodobá nízkosacharidová dieta u sportovců vede k menšímu poklesu tělesné hmotnosti, zejména tukové hmoty, ovšem bez ztráty svalové hmotnosti.

Tabulka 10 zmiňuje studie, které se shodují na snížení tělesné hmotnosti, snížení tukových zásob u osob trpících obezitou nebo nadváhou, případně na prevenci nemocí s nimi spojených.

Tabulka 10

*Studie týkající se osob trpících nadváhou nebo obezitou*

<b>Autor</b>	<b>Výzkumný soubor</b>	<b>Intervence</b>	<b>Závěry</b>
Bazzano et al. (2014)	148 osob	Nízkosacharidová dieta trvající více než 52 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 5,3 kg)
Bueno et al. (2013)	1415 pacientů trpících obezitou nebo nadváhou (celkem 13 studií)	Nízkosacharidová dieta trvající více než 52 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 5 kg)
Noakes & Windt (2017)	review	review	Snížení tělesné hmotnosti
Nordmann et al. (2006)	447 lidí s nadváhou (celkem 5 studií)	Nízkosacharidová dieta trvající 24 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 9 kg)
Shai et al. (2008)	322 lidí s obezitou	Nízkosacharidová dieta trvající 104 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 4,7 kg)
Westman et al. (2007)	review	review	Snížení tělesné hmotnosti
Zinn et al. (2017)	41 osob	Nízkosacharidová dieta trvající 12 týdnů	Snížení tělesné hmotnosti (průměrně o 7 kg)

Autoři uvedených studií potvrzují pozitivní vliv nízkosacharidové diety na složení těla, kdy dochází ke snižování tělesné hmotnosti díky zvýšené oxidaci tuků a snížené oxidaci sacharidů.

Přestože nebyl omezen kalorický ani tukový příjem, dosáhli pacienti s obezitou nebo nadváhou na nízkosacharidové dietě lepších výsledků než osoby na dietě nízkotučné. K nejvyššímu úbytku tělesné hmotnosti dochází v prvních 6 měsících, následně nastává období stabilizace a výsledky jsou dále srovnatelné s konvenční redukční dietou (Shai et al., 2008).

Vzhledem k vytyčenému hlavnímu cíli práce – kritickému zhodnocení vlivu nízkosacharidové diety na sportovní výkon – je nutno říct, že tento dietní režim nevede ke zlepšení sportovního výkonu, ať už vytrvalostních, nebo silových sportovců. Podle dostupných informací o vlivu nízkosacharidové diety na výkonnost sportovce se ukazuje, že účinek diety buď nebývá žádný, anebo je negativní. Zvýšená tuková oxidace nepokryje u vytrvalostních ani silových sportovců energetickou potřebu a může dojít k poklesu výkonnosti. Většina dostupných studií se shoduje na tom, že pozitivní vliv dieta s omezeným množstvím sacharidů nemá a je vhodnější zvolit typ stravy, která odpovídá

nutričním požadavkům daného sportu. Negativní vliv na sportovní výkon silových sportovců potvrzují 2 studie (Maughan et al. 1997, Miller & Wolfe 1997) a žádný vliv na sportovní výkon uvádějí 3 studie (Paoli et al., 2012, Sawyer et al., 2013, Waldman et al., 2017).

U vytrvalostních sportovců negativní vliv zaznamenalo 7 studií (Burke, Kiens, & Ivy 2004; Burke, 2015; Burke et al., 2017; Escobar, Morales, & Vandusseldorp, 2016; Flemming et al., 2003; Urbain et al., 2017; Zinn et al., 2017) a žádná změna ve vytrvalostním výkonu je popsána v 6 studiích (Burke, et al. 2002; Hawley, Brouns, & Jeukendrup, 1998; Miller & Wolfe, 1999; Phinney et al., 1983, Vogt et al., 2003; Zehnder et al., 2006).

Pozitivní vliv na výkonnost sportovce prokázaly pouze 3 studie (Lambert, Goedecke, & Zyle, 2001; Rhyu & Cho, 2014; Webster et al., 2017). Autoři těchto studií se shodli na tom, že jedinou možností, jak zachovat sportovní výkon, je dodržovat nízkosacharidovou dietu po dobu 5 dní s následným doplněním sacharidů během 1–2 dní.

Co se týče vlivu na tělesné složení ať už sportovce, nebo běžné populace, můžeme dietu považovat za vhodný nástroj k redukci tukových zásob a snížení tělesné hmotnosti. Z dlouhodobého hlediska nelze u sportovce předpokládat, že při omezeném příjmu sacharidů bude docházet k nárůstu svalové hmoty. V případě silových sportovců se takové stravování jeví jako nevýhodné. Celkově můžeme nízkosacharidovou dietu považovat za vhodný nástroj pro kontrolu tělesné hmotnosti. Pro pacienty trpící obezitou nebo nadváhou či některými nemocemi s nimi spojenými je nízkosacharidová dieta vhodným režimem, za období do 6 měsíců dosahovali účastníci výzkumů lepších výsledků než účastníci konzumující stravu s nízkým obsahem tuku.

## **4.2 Anketní šetření**

### **4.2.1 Charakteristika výzkumného souboru**

Celkem 74 žen a 58 mužů se zúčastnilo anketního šetření sdíleného na sociální síti Facebook. Bylo určeno pro sportovce, kteří se v současnosti stravují nebo se v minulosti stravovali nízkosacharidově, a mají tedy s touto dietou zkušenosti. Nejčastěji odpovídaly osoby mezi 20–25 lety, celkem 39 % dotazovaných. Mezi 15–20 lety se pohybovalo 28 % osob. Celkem 20 % respondentů bylo ve věku mezi 25–35 let a více než 35 let mělo 13 % respondentů.

Odpovídající osoby můžeme považovat za aktivní sportovce, pouze 8 % uvedlo, že se věnuje sportu méně než 4x týdně. Celkem 26 % dotázaných uvedlo, že sportují 4x týdně, 33 % respondentů se věnuje sportu 5 x týdně. V průměru 6x týdně sportuje 20 % respondentů a 13 % dotázaných sportuje 7x týdně nebo více. Odpovídající byli z 56 % vytrvalostní sportovci a 44 % tvořili sportovci siloví. Celkem 86 lidí ze 132 respondentů odpovědělo, že se nízkosacharidově stravovali, a 46 osob se tak stále stravuje.

#### **4.2.2 Použitá dietní intervence**

Denní příjem sacharidů u 8 % osob nepřesáhl 30 gramů. Více než 150 gramů sacharidů denně konzumuje 16 % odpovídajících. V rozmezí 100–150 gramů sacharidů obsahovala strava 24 % lidí, 30–50 gramů sacharidů mělo ve stravě 25 % osob a 27 % osob denně konzumuje 50–100 gramů sacharidů.

Doba trvání nízkosacharidové diety u 20 % nepřesáhla 1 měsíc. Mezi 1–3 měsíci dietu dodržovalo 29 % respondentů. Doba trvání se pohybovala nejčastěji mezi 3–6 měsíci (u 35 % lidí), 6–12 měsíců dietu drželo 13 % osob a více než 1 rok dietu držela 3 % dotázaných.

Jako nejčastější důvody pro zvolení nízkosacharidového způsobu stravování respondenti uváděli redukci hmotnosti (37 %), zdravotní problémy (21 %), chuť omezit sacharidy (20 %) a snahu o zkvalitnění sportovního výkonu (22 %).

Celkem 51 % osob uvedlo, že jim na dietě stačila pouze 3 jídla denně, 3 porce a více denně konzumovalo 33 % osob. S tím související otázka, zda respondenti na dietě pociťovali hlad, ukázala, že 77 lidí ze 132 netrpělo pocitem hladu. 34 lidí trpělo pocitem hladu během celého dietního režimu a 21 respondentů trpělo pocitem hladu pouze zpočátku.

Celkem 101 osob uvedlo, že užívalo suplementaci i před nízkosacharidovou dietou a 31 osob suplementaci neužívalo vůbec. V období diety neužívaly žádnou suplementaci pouze 4 osoby. Nárůst v počtu uživatelů různých doplňků stravy zřejmě může souviset s tím, že osoby na dietě mají potíže s konzumací potravin, v nichž by byly obsaženy všechny důležité složky, a tím pádem kompenzují ztráty. Jídelníček na nízkosacharidové dietě je často velmi stereotypní a variabilita jídel je daleko menší než v případě jiných diet. Za nejčastější doplňky stravy byly uváděny BCAA (25 %), protein (19 %), železo (17 %), multivitamin (13 %), vápník (13 %), komplex vitamínu B (12 %).

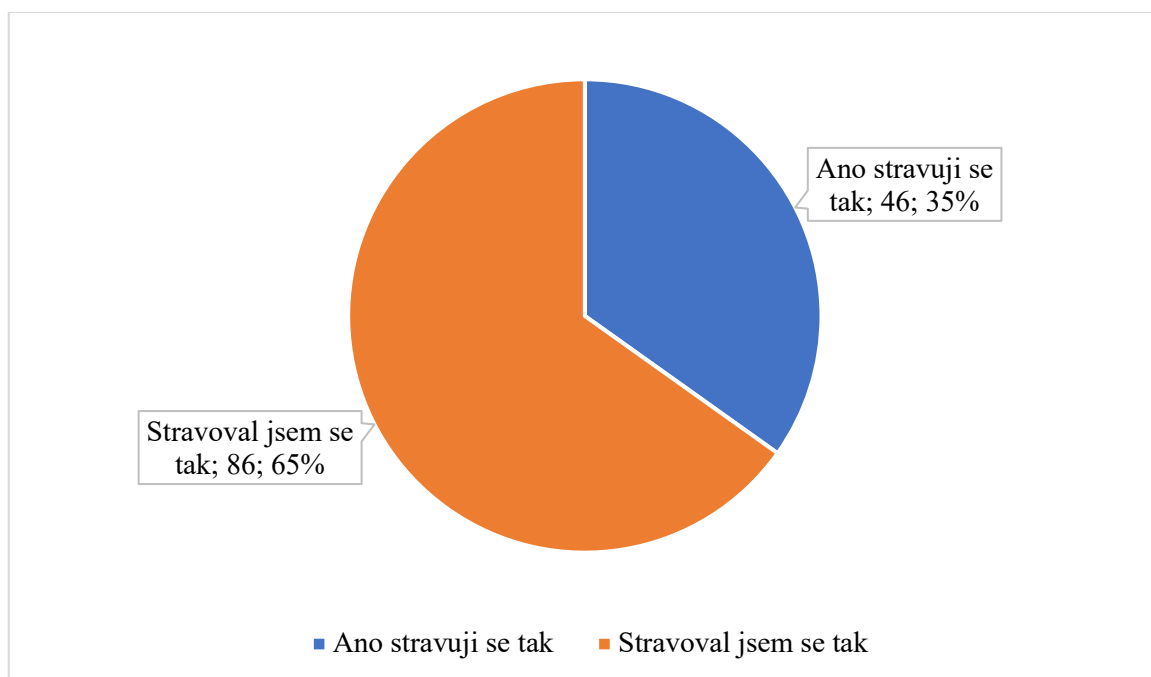
### 4.2.3 Osobní zkušenosti s nízkosacharidovou dietou

Jako pozitivní změny, které nastaly během diety, účastníci nejvíce uváděli právě redukcii hmotnosti (33 % osob) nebo eliminaci zdravotních problémů (26 % osob). Celkem 30 účastníků také uvedlo, že se jim podařilo snížit únavu a 23 respondentů zaznamenalo zlepšení sportovní výkonnosti.

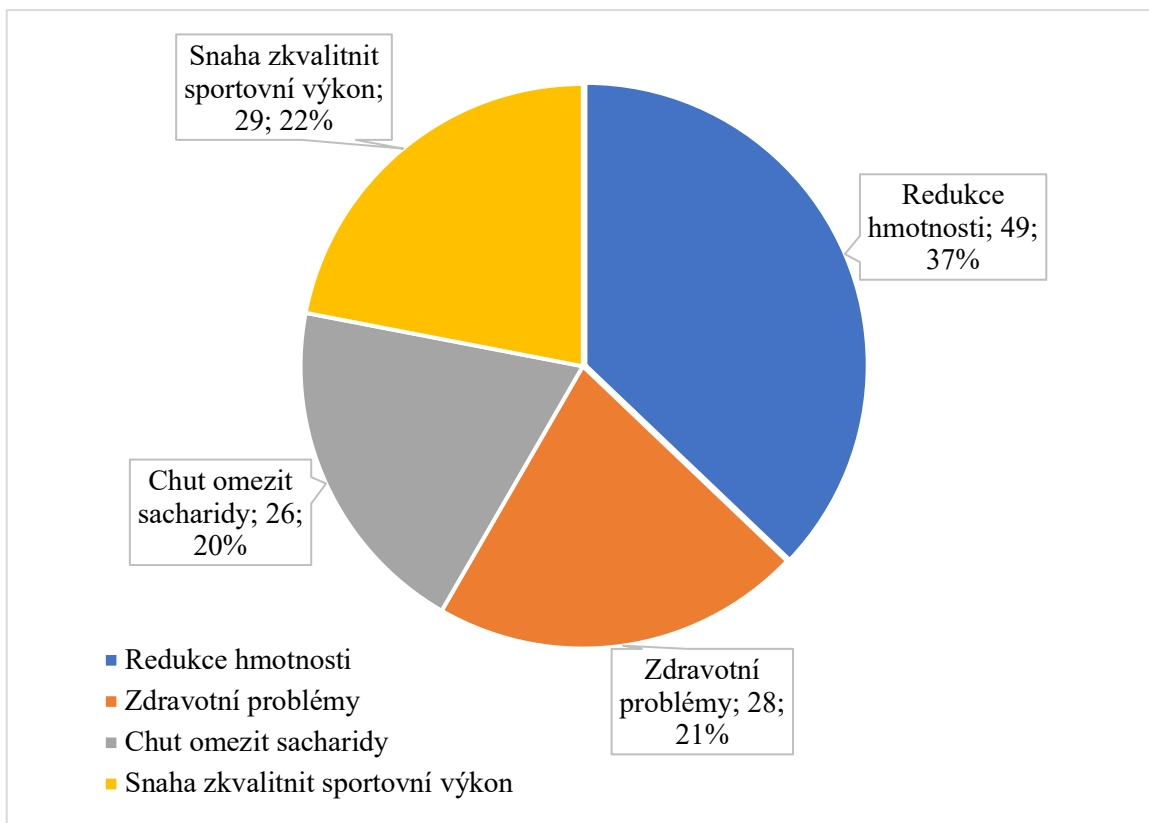
Za negativa nízkosacharidového stravování uváděli dotázaní nejčastěji zhoršení sportovního výkonu (36 % osob), ztrátu svalové hmoty (32 % osob) a zvýšenou míru únavy (22 % osob). V kolonce „jiné“ se objevovaly odpovědi jako vypadávání vlasů a také nepravidelnost v menstruačním cyklu u žen.

Jako největší omezení, jež nastala během nízkosacharidové diety, účastníci ankety považují ztrátu svalové hmoty (celkem 35 osob ze 132). Problém s podáváním nestabilních výkonů uvedlo 32 osob. Nedostatkem energie trpělo 25 osob, 22 lidí označilo jako problém stagnaci sportovního růstu. Žádné omezení nepocíťovalo v souvislosti s nízkosacharidovou dietou 13 osob. Zajímalo mě, z čeho se nejčastěji skládala strava dotazovaných osob během dietního režimu.

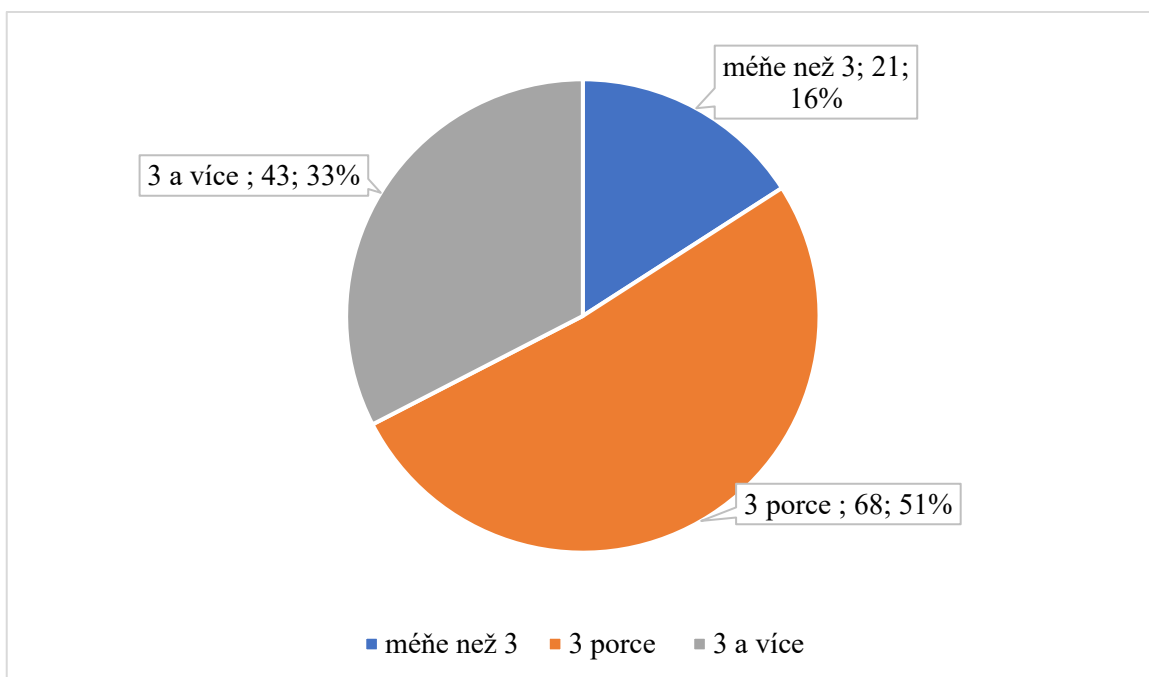
Nejčastěji se v jídelníčku dotázaných na nízkosacharidové dietě objevovalo kuřecí maso (20 % osob), vejce (17 % osob), oříšky (11 % osob). Zeleninu označilo pouze 8 % dotázaných, jogurtové výrobky 6 % a sýry se v jídelníčku objevovaly u 9 % osob.



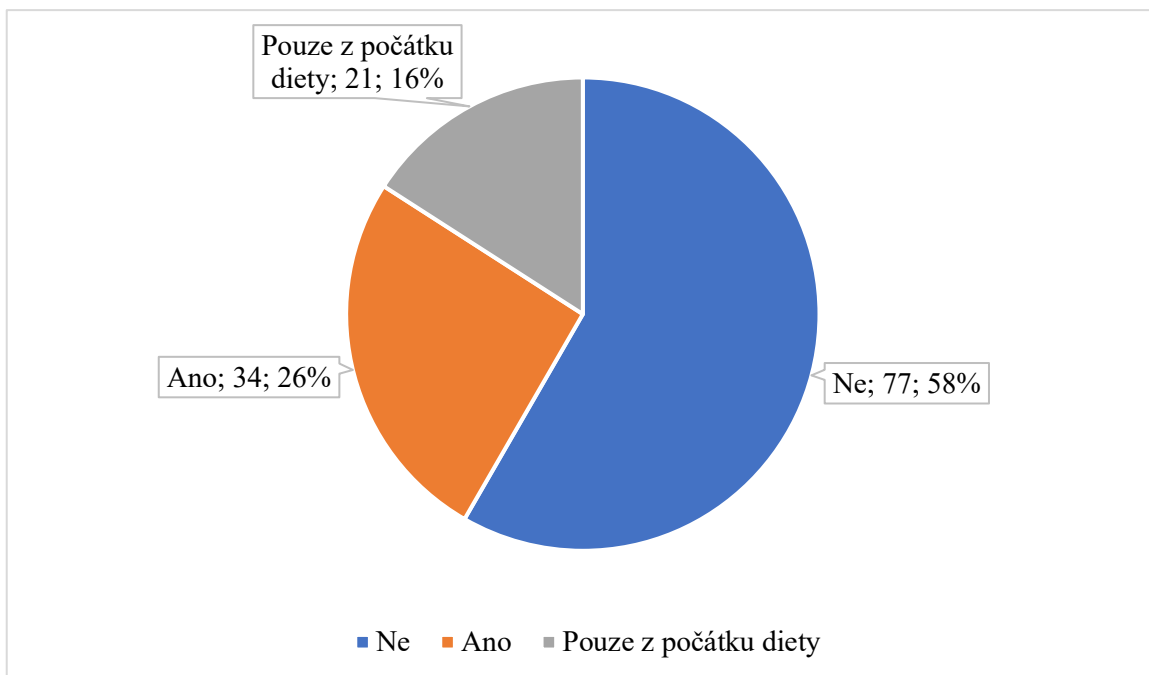
Obrázek 1. Zkušenosti s nízkosacharidovou stravou



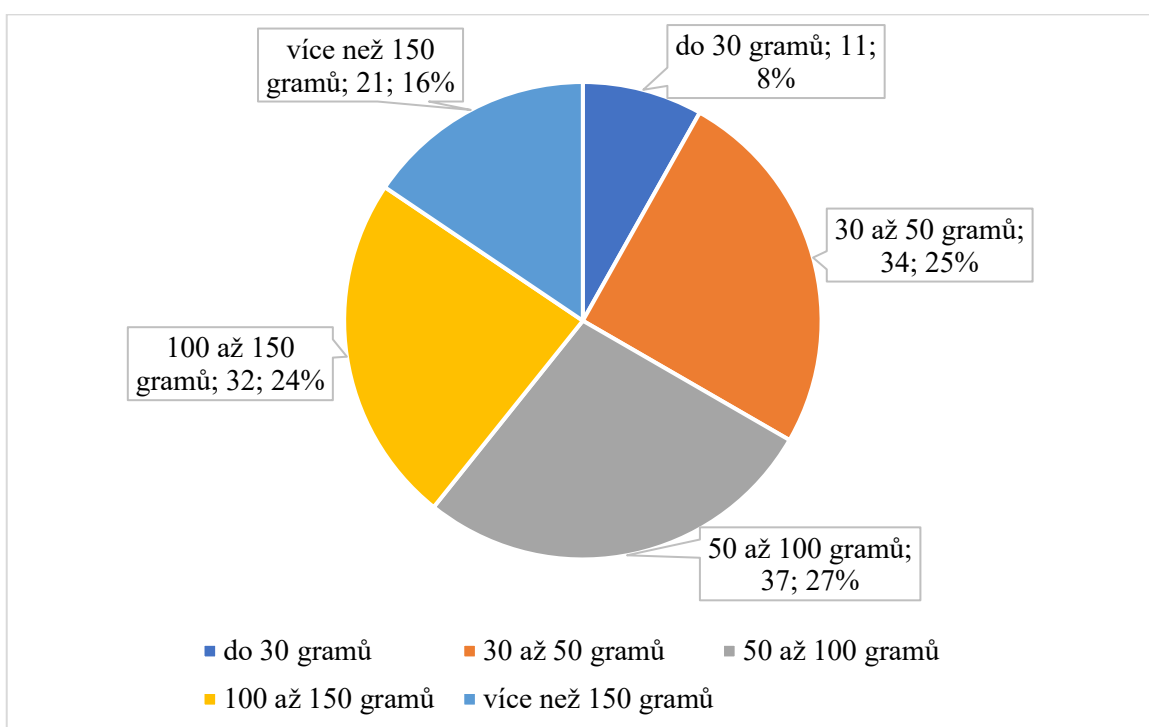
Obrázek 2. Důvod pro zvolení nízkosacharidové stravy



Obrázek 3. Počet porcí jídla denně na nízkosacharidové stravě

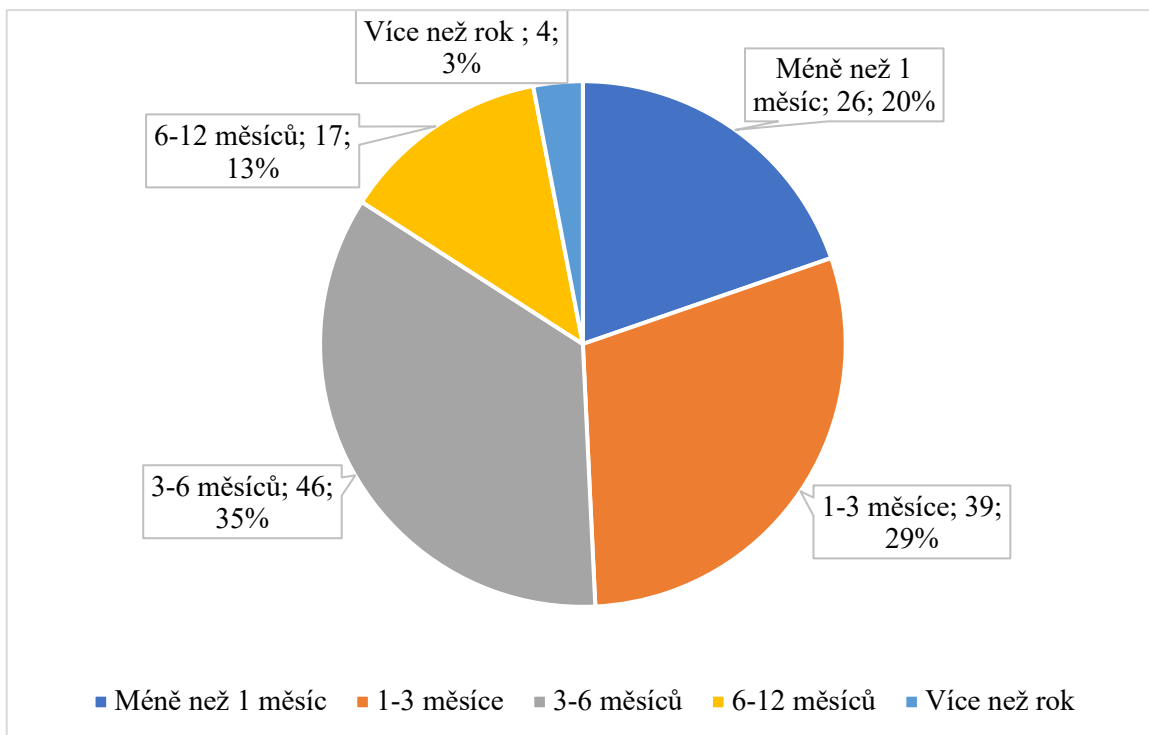


Obrázek 4. Pocit hladu během nízkosacharidové diety

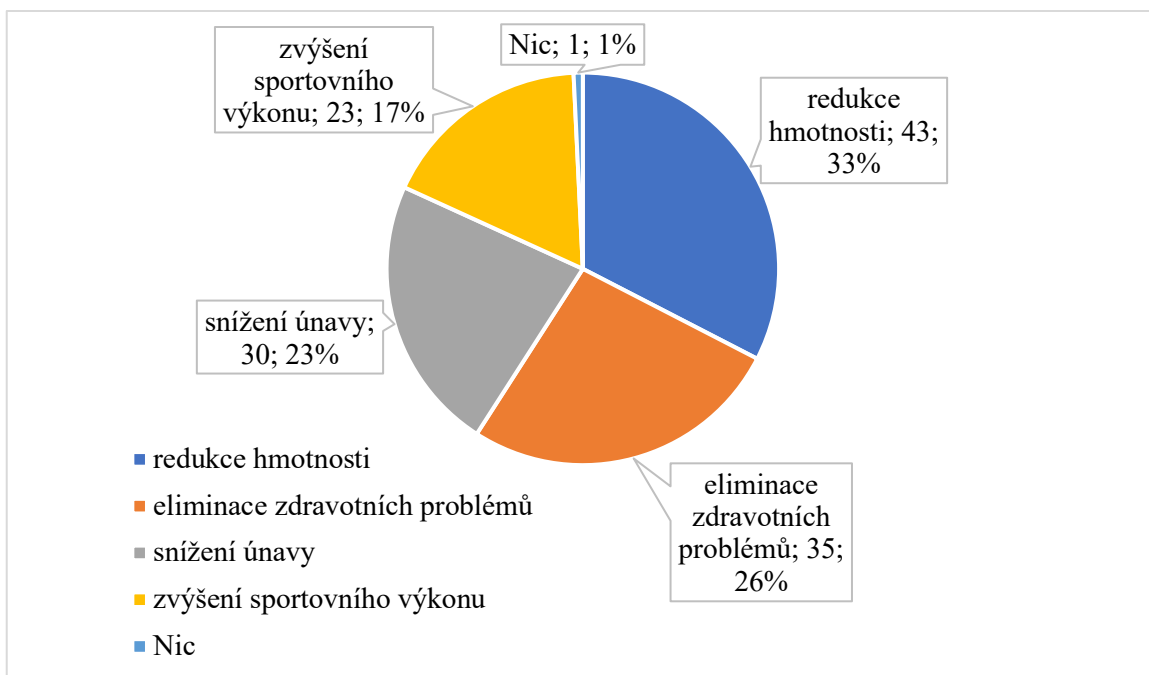


Obrázek 5. Denní množství sacharidů během diety

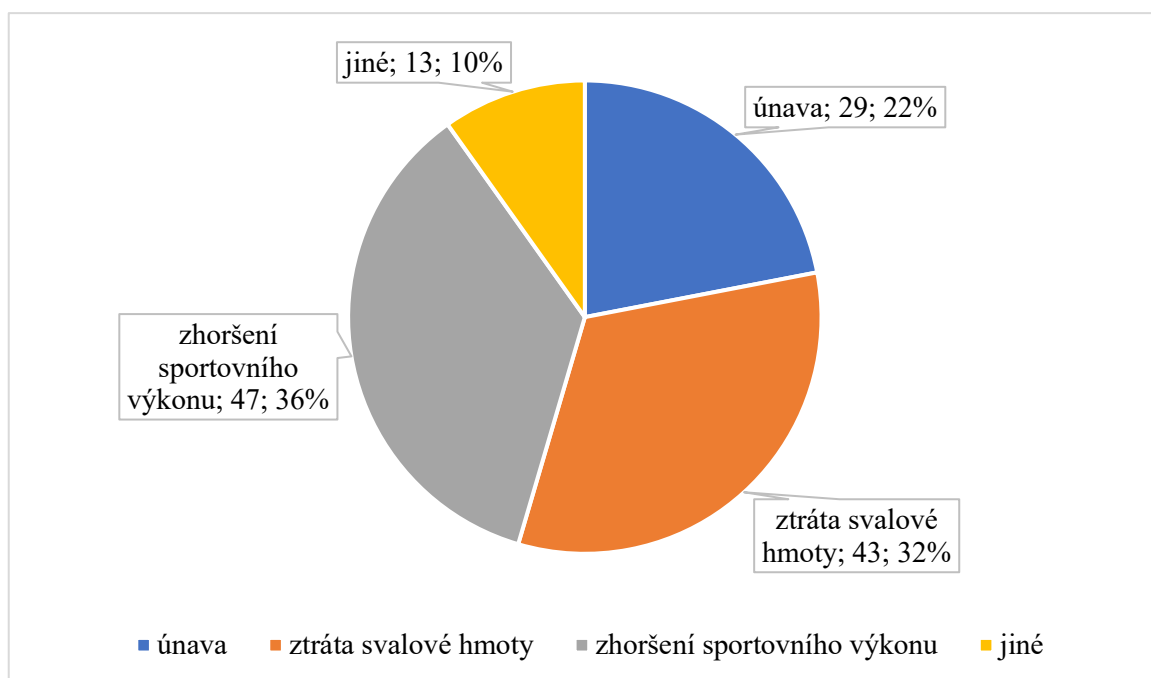




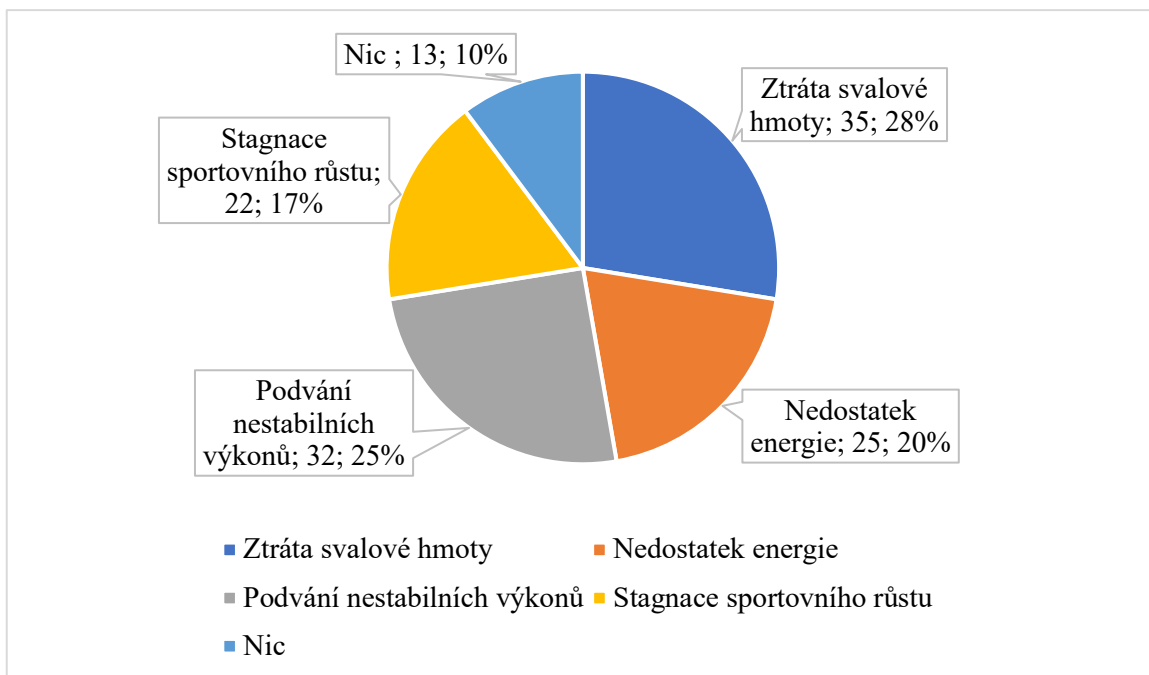
Obrázek 6. Doba trvání nízkosacharidové diety



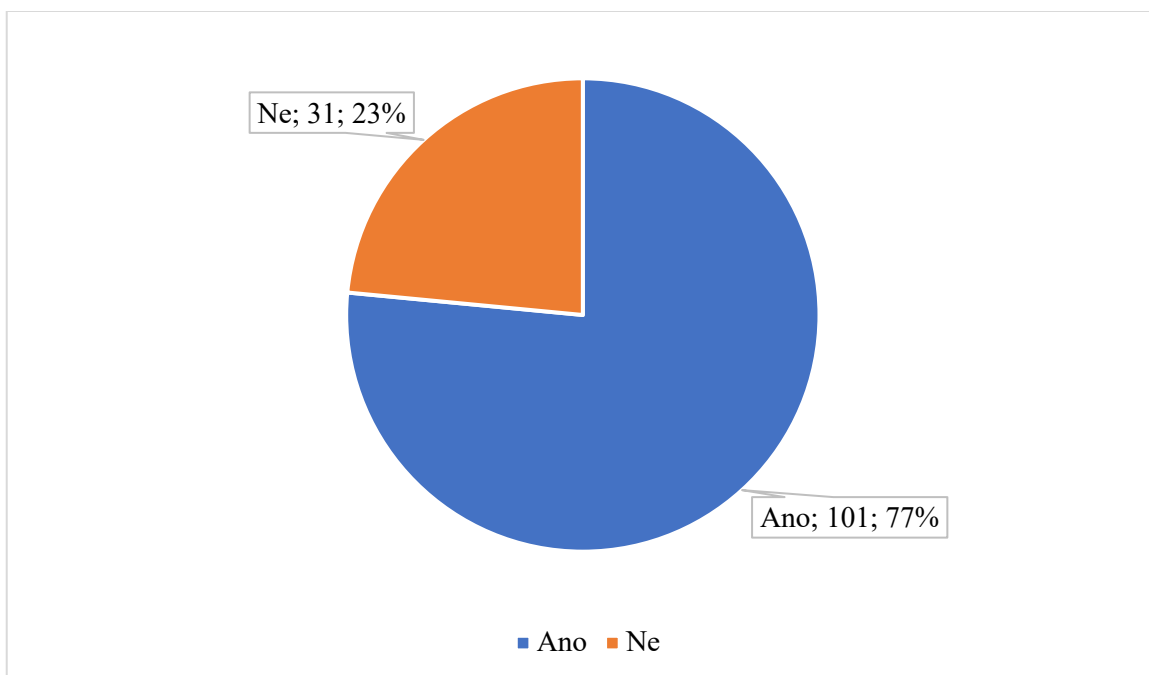
Obrázek 7. Pozitivní změny zaznamenané během nízkosacharidové diety



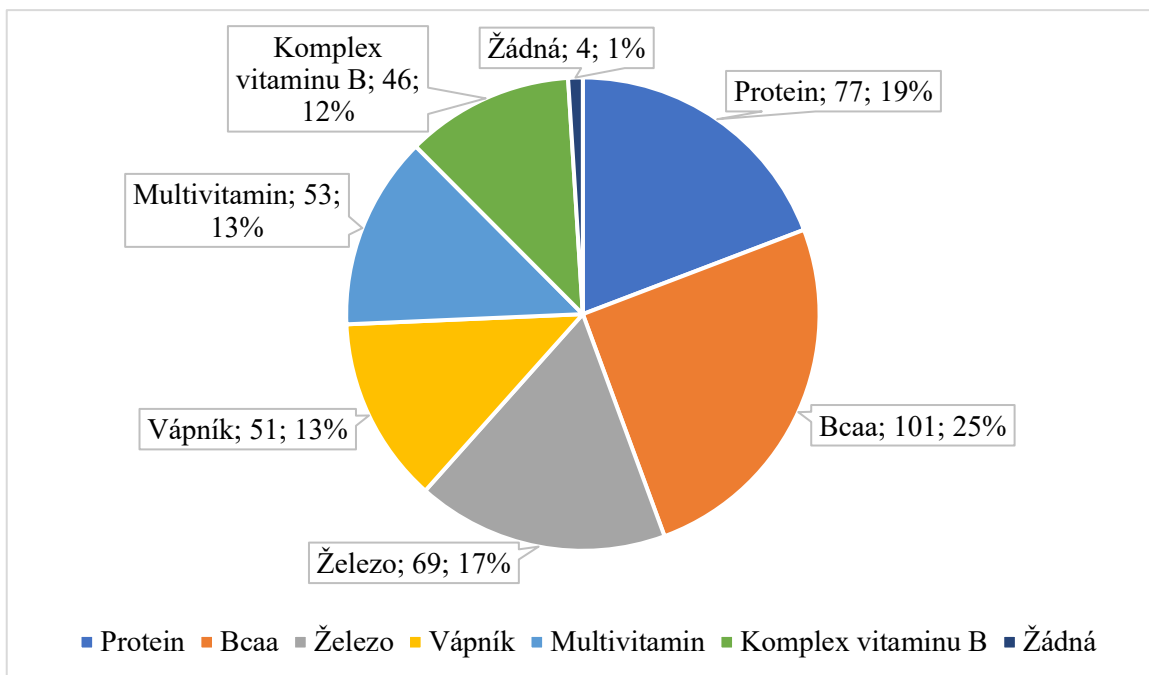
Obrázek 8. Negativní změny zaznamenané během nízkosacharidové diety



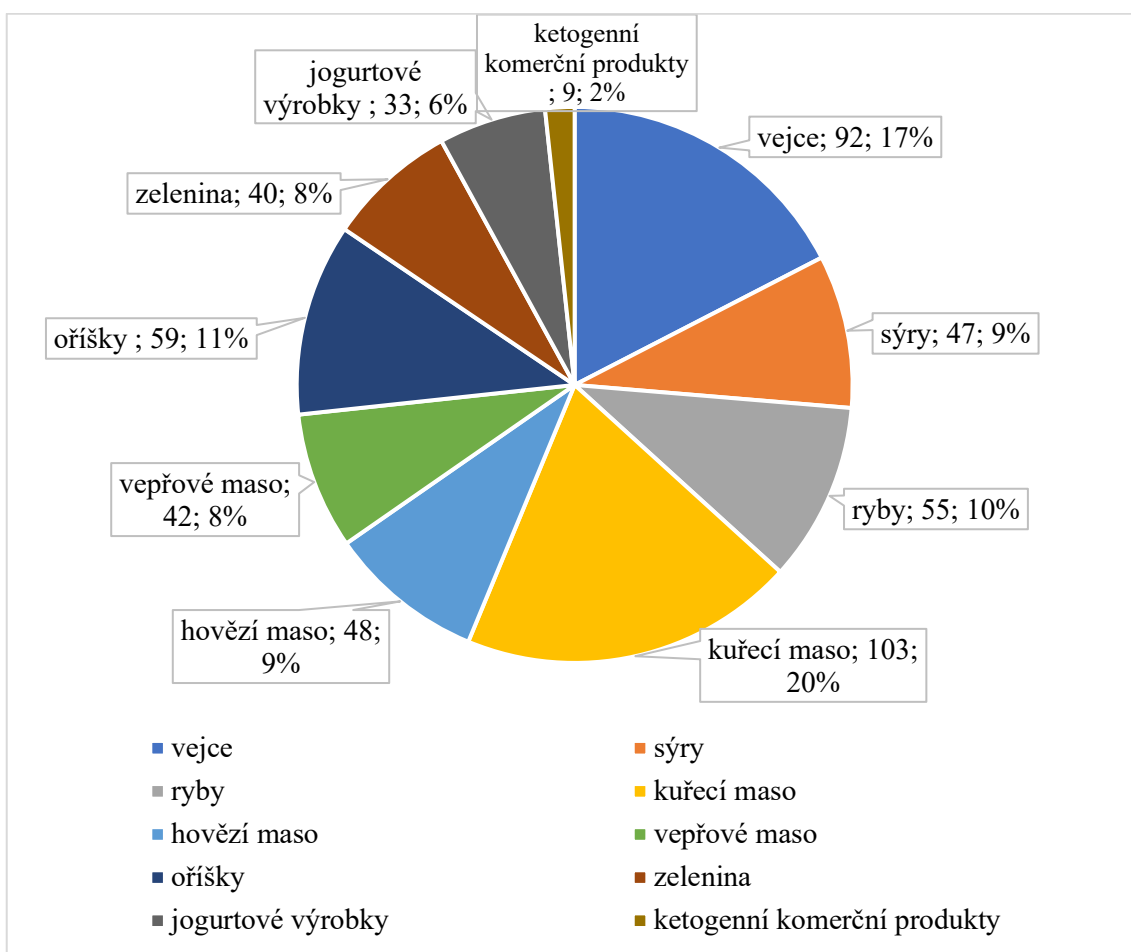
Obrázek 9. Největší omezení nízkosacharidové stravy



Obrázek 10. Užívání suplementace v době před nízkosacharidovou dietou



Obrázek 11. Suplementace během nízkosacharidové diety



Obrázek 12. Skladba jídelníčku během diety

## 5 Diskuze

Pozitivně prokázané účinky nízkosacharidové diety jsou především na tělesné složení, co se týče vlivu na sportovní výkon nebyly výsledky buď žádné, anebo negativní.

Otázkou zůstává, zda je nízkosacharidový režim udržitelný z dlouhodobého hlediska a jaký vliv na tělesné složení má návrat k „normálnímu“ způsobu stravování, zda nedojde opět k navýšení tělesné hmotnosti a tukových zásob. Dlouhodobé dodržování nízkosacharidové diety (po dobu více než 6 měsíců) vede následně ke stabilizaci a po roce jsou výsledky srovnatelné s ostatními dietními přístupy.

Anketní šetření mělo za úkol zmapovat, jaké zkušenosti s nízkosacharidovou dietou mají aktivně sportující lidé a co považují za její případná pozitiva a negativa.

Nízkosacharidová dieta se může vyznačovat tím, že zvyšuje pocit sytosti, z toho důvodu není potřeba konzumace menších svačtin mezi jídly. Proto jsem se ptala, kolik porcí denně respondenti konzumovali a zda trpěli pocitem hladu. Celkem 51 % osob uvedlo, že jim denně stačilo konzumovat pouze 3 jídla a 58 % osob na dietě netrpělo pocitem hladu. Zajímalo mě také, jaké množství sacharidů denně dotázaní zkonsumují. Předpoklad byl, že respondenti budou mít přehled o denním množství sacharidů. Celkem 27 % uvedlo, že denně zkonsumuje 50–100 gramů sacharidů, a 25 % uvedlo 30–50 gramů. Celkem 8 % osob uvedlo, že denně přijme pouze 30 gramů sacharidů.

Celkově 28 % osob patřilo do věkové skupiny mezi 20–25 lety, což můžeme přisuzovat většímu zájmu mladší populace o zdravý životní styl. Více než 35 let uvedlo pouze 13 % respondentů. Pouze 4 respondenti uvedli, že nebyli nuceni užívat suplementaci a dařilo se jim pokrýt všechny důležité složky potravy v běžné stravě bez nutnosti jiného doplňování.

Doba držení diety se nejčastěji pohybovala v rozmezí 1–3 měsíců nebo 3–6 měsíců. Déle než 1 rok dodržovala tento režim pouze 3 %. Kysel (2019) uvádí, že po šesti měsících jsou účinky nízkosacharidové diety srovnatelné s běžnou redukční dietou, zároveň popisuje největší změny na tělesném složení v rozmezí 3–4 týdnů.

Nedostatkem ankety na internetu byla nemožnost doptat se účastníků na případné nejasnosti, například jak konkrétně pozorovali zlepšení či zhoršení svého sportovního výkonu. Za velkou nevýhodu online anketního šetření považuji to, že nelze posoudit pravdivost odpovědí.

## 6 Závěry

Hlavním cílem práce bylo kritické zhodnocení účinků nízkosacharidové diety na sportovní výkon. Prostudování teoretických poznatků i doplňující anketní šetření prokázaly, že pro běžnou populaci se nízkosacharidový režim jeví jako vhodný z hlediska snižování tukových zásob nebo eliminace některých zdravotních problémů. Nemůžeme však jednoznačně konstatovat, že dodržování nízkosacharidové diety je vhodným způsobem stravování pro sportovce, kteří usilují o dosažení kvalitních výkonů.

Po shromáždění dostatečného množství informací a vytvoření uceleného souhrnu z dostupných studií jsem zjistila, že nízkosacharidový režim nevede ke zlepšení sportovního výkonu ani u vytrvalostních sportovců, ani u jedinců věnujících se silovému sportu. Dieta měla mnohdy negativní účinky na výkonnost (Maughan 1997, Miller 1999, Flemming 2003, Burke 2004, Burke 2015, Escobar 2016, Urbain 2017, Zinn 2017, Burke 2017) – zhoršení u sportovců bylo popisováno ve vytrvalostním výkonu i u silových sportovců a v odporovém tréninku, případně nebyly pozorovány účinky žádné (Paoli 2012, Sawyer 2013, Waldman 2017, Phinney 1983, Hawley 1998, Miller 1999, Burke 2002, Vogt 2003, Zehnder 2006).

Pozitivní změny nastávají v případě krátkodobého dodržování nízkosacharidového režimu a následného doplňování sacharidů zpět do jídelníčku. Zde jsou popisovány pozitivní účinky na sportovní výkon (Lambert 2001, Rhyu 2014, Webster 2017). Rhyu (2014) zaznamenal pozitivní progres v běhu na 2 km a ve Wingate testu. Lambert (2001) popsal zlepšení výsledků u sportovců v časovce na 20 km a Webster (2017) zaznamenal zlepšení výkonu v rozmezí od 4 minut do 30 sekund.

Celkem 17 studií neprokázalo žádný pozitivní progres ve sportovním výkonu, ale shodně popisují, že vlivem nízkosacharidového režimu došlo k pozitivním změnám tělesného složení: k redukci tukových zásob, snížení tělesné hmotnosti a zvýšení oxidace tuků (Flemming 2003, Stellingwerf 2005, Nordmann 2006, Westman 2007, Shai 2008, Yeo 2011, Paoli 2012, Sawyer 2013, Bueno 2013, Bazzano 2014, Zinn 2017, Noakes 2017, Waldman 2018, McSwiney 2018, Vargas 2018). Změny tělesného složení byly popisovány u sportovců i u pacientů, tedy osob trpících obezitou, nadváhou nebo nemocemi s nimi spojenými.

Nízkosacharidovou dietu můžeme považovat za vhodný nástroj pro redukci tukových zásob. Můžeme však říct, že pro sportovce, kteří neustále usilují o zkvalitnění sportovního výkonu, není tento způsob stravování vhodný.

Cílem anketního šetření bylo subjektivní zjištění zkušeností s nízkosacharidovou stravou. Data pocházející od 132 osob ukázala, že důvody pro zvolení tohoto typu stravování jsou zpravidla redukce hmotnosti (37 %), zkvalitnění sportovního výkonu (22 %) nebo eliminace zdravotních problémů (21 %). Z výsledků ankety vyplynulo, že pouze 4 účastníci ze 132 dodržovali režim více než 1 rok, tudíž můžeme říct, že tento režim není z dlouhodobého hlediska udržitelný. Nejvíce respondentů uvádělo dobu dodržování dietního režimu v rozmezí 1–3 měsíce (29 %) nebo 3–6 měsíců (35 %). I ti, kteří v době před dietou neužívali žádnou suplementaci, uvedli, že během diety byli nuceni určitou suplementaci zařadit. Nedařilo se jim tedy pokrýt energetické nároky nebo obsáhnout v potravě všechny důležité složky. Účastníci uvedli, že omezení sacharidů ve stravě dle jejich názoru vedlo ke ztrátě svalové hmoty (28 %), podávání nestabilních výkonů (25 %) nebo ke stagnaci sportovního růstu (17 %). I z tohoto obecného průzkumu vyplynulo, že ke zkvalitnění sportovního výkonu nedošlo. Za pozitivní změny, které nastaly, respondenti považovali redukci hmotnosti (33 %), eliminaci zdravotních potíží (26 %) a snížení únavy (23 %). Pro běžnou populaci se nízkosacharidový režim jeví jako vhodný z hlediska snižování tukových zásob nebo eliminaci některých zdravotních problémů.

## 7 Souhrn

Nízkosacharidová dieta se stává populárním prostředkem redukce tělesné hmotnosti, korekce symptomů civilizačních onemocnění, snahy dosáhnout lepšího výkonu, ale také životním stylem (Kumstát, 2019).

Všechny studie se téměř shodly na jejím pozitivním vlivu na tělesné složení, kdy dochází k redukci tukových zásob (pokud intervence trvala 3–4 týdny) při současném zachování svalové hmoty. Po 6 měsících jsou však výsledky diety srovnatelné s jinými dietními přístupy a není doložené, zda je úbytek váhy trvalý. Na sportovní výkon má nízkosacharidová dieta negativní vliv nebo jej neovlivňuje vůbec. Pokud chceme zachovat sportovní výkon, je vhodné dodržovat dietu po dobu 5 dní s následným 1–2denním sacharidovým doplněním.

Pro dosažení cíle práce byla použita syntéza poznatků z dostupné literatury a zpracování anketního šetření oslovených sportovců. Použity byly převážně databáze Google Scholar, Scopus a Medline. Pro mou práci bylo plně validních 36 studií. Rozdělila jsem je do kategorií podle účinku na výkonnost sportovce:

- Studie, které nepopisují žádný účinek na vytrvalostní výkon, celkem 6 studií.
- Studie, které nepopisují žádný účinek na výkon silových sportovců, celkem 3 studie.
- Studie popisující pozitivní vliv na sportovní výkon, celkem 3 studie.
- Studie popisující negativní vliv na sportovní výkon, celkem 9 studií.
- Studie, které popisují pozitivní změny tělesného složení, celkem 17 studií.

Zabývala jsem se především otázkou, zda může nízkosacharidová dieta zařazená do stravy vrcholově sportujících vést ke zlepšení sportovního výkonu – ať už z dlouhodobého, nebo krátkodobého hlediska. Po prostudování všech dostupných studií a materiálů jsem došla k závěru, že strava s omezeným množstvím sacharidů nevede ke zlepšení sportovního výkonu.

Několik autorů (Burke 2002, Hawley 1998, Miller 1999, Paoli 2012, Phinney 1983, Sawyer 2013, Vogt 2003, Waldmann 2017) se ve svých studiích shodlo na tom, že nízkosacharidový režim nevede k žádné změně sportovního výkonu. Autoři shodně nezaznamenali žádné pozitivní nebo negativní ovlivnění výkonu.



Studie, které zkoumaly vliv nízkosacharidové diety u silových sportovců:

- Paoli 2012.
- Sawyer 2013.
- Waldman 2017.

U vytrvalostních sportovců zkoumaly nízkosacharidový vliv na sportovní výkon tyto studie:

- Burke 2002.
- Hawley 1998.
- Miller 1999.
- Phinney 1983.
- Vogt 2003.

Pozitivní vliv na sportovní výkon vytrvalostních sportovců vykazaly celkem 3 studie. Autoři shodně popsali zlepšení sportovního výkonu, především za podmínky dodržování nízkosacharidové diety po dobu 5 dní, s následujícím sacharidovým doplněním. Tento postup se jeví jako účinný ve zlepšení sportovní výkonnosti vytrvalostních sportovců. Studie, které popsaly stejný účinek:

- Lambert 2001.
- Rhyu 2014.
- Webster 2017.

Autoři 9 studií potvrdili negativní vliv na sportovní výkon. Jednalo se o tyto studie:

- Maughan 1997.
- Miller 1999.
- Flemming 2003.
- Burke 2004.
- Burke 2015.
- Escobar 2016.
- Urbain 2017.
- Zinn 2017.
- Burke 2017.

Jako pozitivní se nízkosacharidová dieta jeví ve změnách tělesného složení, kdy dochází ke zvýšené oxidaci tuků, což vede k redukci tukových zásob a snížení tělesné hmotnosti. Studie, jež popsaly pozitivní vliv nízkosacharidové diety na tělesné složení u sportovců, byly:

- Flemming 2003.
- Stellingwerf 2005.
- Yeo 2011.
- Paoli 2012.
- Sawyer 2013.
- Heatherley 2017.
- Zinn 2017.
- McSwiney 2018.

Rovněž pozitivní vliv na tělesné složení popsaly i studie týkající se pacientů s obezitou či nadváhou nebo diabetem mellitus 2. typu:

- Nordmann 2006.
- Westman 2007.
- Shai 2008.
- Bueno 2013.
- Bazzano 2014.
- Zinn 2017.
- Noakes 2017.
- Vargas 2018.

Ze syntézy poznatků vyplynulo, že pozitivní změny jsou pozorovány pouze na tělesném složení a úbytku tukové tkáně. Můžeme konstatovat, že nízkosacharidová dieta nevede přímo ke zkvalitnění sportovního výkonu a zvyšování výkonnosti. Byly pozorovány negativní změny na výkonu, a to v případě silových nebo vytrvalostních sportovců, nebo nebyly pozorovány žádné významné změny.

V souvislosti s civilizačními chorobami, při léčbě obezity nebo nadváhy lze dietu považovat za vhodný nástroj ke snižování tukových zásob a tělesné hmotnosti, není však vhodné ji používat jako nástroj ke zkvalitnění sportovního výkonu. Nedostatek sacharidů ve stravě sportovce vede ke snížení výkonnosti.

Anketního šetření se účastnilo 58 mužů a 74 žen. Převahu žen můžeme přisuzovat tomu, že zájem o dietní stravování a životní styl je z větší části právě ženská záležitost.

Celkově se šetření zúčastnilo 132 osob, které jako nejčastější důvody pro zvolení tohoto druhu stravování uvedly redukci hmotnosti a eliminaci zdravotních potíží. Odpovědi pocházejí od aktivních sportovců, kteří sportují více než 4x týdně. I ti, kteří před nízkosacharidovou dietou neužívali žádnou suplementaci, uvedli, že během diety suplementaci museli začít užívat. Nedařilo se jim tedy obsáhnout všechny důležité nutriční složky v běžné potravě. Co se týče sportovního výkonu, respondenti uváděli jako problém ztrátu svalové hmoty a stagnaci sportovního růstu. Jako nevýhodu je možné považovat to, že nelze posoudit pravdivost odpovědí. Pouze 3 % respondentů uvedla, že dietu dodržovali více než 1 rok. Nízkosacharidový režim se tedy může jevit jako pouhý krátkodobý nástroj k manipulaci s tělesnou hmotností.

Z celkových 38 studií byly pozitivní výsledky prokázány pouze u 3. Celkem 9 studií prokázalo zhoršení sportovního výkonu, zatímco 6 studií – zabývajících se vytrvalostními sportovci – neprokázalo vůbec žádný účinek, stejně jako 3 studie zkoumající skupinu silových sportovců.

Všechny studie se však shodují na pozitivních změnách tělesného složení, kdy dochází k redukci tukových zásob a zvýšené oxidaci tuků.

Tento způsob stravování bych zhodnotila jako vhodný pro běžnou populaci, pokud chce redukovat svou hmotnost, zejména pak tukové zásoby.

## 8 Summary

Low-carb diet is becoming a popular medium for body weight reduction, correction of symptoms of diseases of affluence, the effort to reach a better performance but also a life style (Kumstát, 2019). Almost all the studies have agreed on its positive impact on body composition in cases when the reduction of fat stores in body occurs (if intervention lasted 3 to 4 weeks) during the preservation of muscle mass. After 6 months, the results of the diet are comparable to other diet approaches and it is not substantiated that the decrease of weight is permanent. Low-carb diet has either a negative impact on sports performance or it does not affect it at all.

If you aim to maintain your sports performance, it is suitable to follow the diet for 5 days with subsequent 1 or 2 days of carb supplementation. To achieve the goal of this thesis the processing of poll research of addressed athletes and the synthesis of findings from available literature were applied. The databases of Google Scholar, Scopus and Medline were used the most. Overall 36 of valid studies were used for my thesis.

I divided them into categories based on the effect on the performance of an athlete.

- Studies which do not describe any effect on endurance performance, overall 6 studies.
- Studies which do not describe any effect on strength performance, overall 3 studies.
- Studies which describe a positive impact on sports performance, overall 3 studies.
- Studies which describe a negative impact on sports performance, overall 9 studies.
- Studies which describe positive changes of body composition, overall 17 studies.

I primarily dealt with the question of whether a low-carb diet which is included in the diet of top level athletes can lead to improvement of sports performance – be that from a long-term or a short-term point of view. After examining all available studies and materials, I came to the conclusion that diet with limited amount of carbs does not lead to improvement of sports performance. Several authors (Burke 2002, Hawley 1998, Miller 1999, Paoli 2012, Phinney 1983, Sawyer 2013, Vogt 2003, Waldmann 2017) agreed low-carb diet does not lead to any change of sports performance.

Neither of the mentioned authors has registered any positive or negative impact on performance. Studies which examined the influence of low-carb diet on strength athletes:

- Paoli 2012.

- Sawyer 2013.
- Waldman 2017.

The influence of low-carb diet on endurance athletes was examined by these studies:

- Burke 2002.
- Hawley 1998.
- Miller 1999.
- Phinney 1983.
- Vogt 2003.

Positive impact on sports performance of endurance athletes was demonstrated by 3 studies. The authors unanimously described the improvement of sports performance, especially in cases when low-carb diet was maintained for 5 days with subsequent carb supplementation. This approach appears to be effective in improvement of sports performance of endurance athletes. Studies which described the same effect:

- Lambert 2001.
- Rhyu 2014.
- Webster 2017.

Authors of 9 studies confirmed the negative impact on sports performance. These studies are:

- Maughan 1997.
- Miller 1999.
- Flemming 2003.
- Burke 2004.
- Burke 2015.
- Escobar 2016.
- Urbain 2017.
- Zinn 2017.
- Burke 2017.

Low-carb diet appears as positive in case of body composition changes when an increased oxidation of fats occurs which leads to the reduction of fat stores and decrease of body weight. Studies which described positive impact of low-carb diet on body composition of athletes were:

- Flemming 2003.
- Stellingwerf 2005.
- Yeo 2011.
- Paoli 2012.
- Sawyer 2013.

- Heatherley 2017.
- Zinn 2017.
- McSwiney 2018.

Similarly positive impact on body composition was described by studies regarding patients with obesity, overweight or diabetes mellitus of type 2:

- Nordmann 2006.
- Westman 2007.
- Shai 2008.
- Bueno 2013.
- Bazzano 2014.
- Zinn 2017.
- Noakes 2017.
- Vargas 2018.

The synthesis of findings leads to the conclusion that positive changes are only observed in case of body composition and the decrease of adipose tissue. We may claim that low-carb diet does not directly lead to the improvement or increase of sports performance. Negative changes in performance were either observed in cases of strength and endurance athletes or no changes were observed at all. In accordance with diseases of affluence or during the treatment of obesity or overweight, the diet can be regarded as a suitable medium for the reduction of fat stores and body weight. However, it is not recommended to use it as a way of improving one's sports performance. The lack of carbs in diet of an athlete leads to the deterioration of performance.

Overall 58 men and 74 women participated in the poll research. The higher number of female participants can be attributed to the general belief that the interest in dieting and healthy lifestyle is primarily associated with women. Together 132 people took part in the research. Most of them chose this type of dieting because of the desire to reduce body weight and to eliminate health issues. The answers come from active sportsmen which exercise more than 4 times a week. Even the ones who had not used any supplementation before starting with low-carb diet claimed that they had to begin using supplementation during the diet. They struggled to include all essential nutritional components in regular meals. Regarding the sports performance, the respondents mentioned the loss of muscle mass and the stagnation of sports growth as issues connected to the diet. The fact that the truthfulness of these answers cannot be assessed can be viewed as a disadvantage. Only 3 % of the respondents claimed that they maintained the diet for more than 1 year. Low-carb diet may thus seem as a short-term

medium for manipulation with body weight. Out of the 38 studies only 3 had positive results. Overall 9 studies proved the deterioration of sports performance while 6 studies, which focus on endurance athletes, and 3 studies, which focus on strength athletes, showed no proof of low-carb diet having an impact on sports performance.

Nevertheless, all the studies agree on positive changes in body composition when the reduction of fat stores and oxidation of fats occur. I would conclude that this way of dieting is appropriate for common population who want to reduce their body weight and namely fat stores.

## 9 Referenční seznam

- Adam-Perrot, A., Clifton, P., & Brouns, F. (2006). Low-carbohydrate diets: Nutritional and physiological aspects. *Obesity Reviews*, 7(1), 49–58. doi: 10.1111/j.1467-789X.2006.00222.x.
- American Dietetic Association, Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine (2009). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 709–731. doi: 10.1249/MSS.0b013e31890eb86.
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory: (vybrané kapitoly)*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Bueno, N. B., De Melo, I. S. V., De Oliviera, S. L., & da Rocha Ataide T. (2013). Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: a meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 110(7), 1178–1187. doi: 10.1017/S0007114513000548.
- Burke, L. M., Ross, M. L., Garvican-Lewis, L. A., Welvaert, M., Heikura, I. A., Forbes, S. G., ... Hawley, J. A. (2017). Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *Journal of Physiology*, 595(9), 2785–2807. doi: 10.1113/JP273230.
- Escobar, K. A., Morales, J., & Vandusseldorp T. A. (2016). The Effect of a Moderately Low and High Carbohydrate Intake on Crossfit Performance. *International Journal of Exercise Science*, 9(3), 460–470.
- Fleming, J., Sharman, M. J, Avery, N. G., Love, D. M., Gómez, A. L., Scheet, T. P., Kraemer, W. J. ... Volek, J. S. (2003). Endurance capacity and high-intensity exercise performance re-sponses to a high fat diet. *International Journal of Sport Nutrition and Exerc Metabolism*, 13(4), 466–478. doi: 10.1123/ijsnem.13.4.466.
- Hawley, J. A., Brouns F., & Jeukendrup, A. (1998). Strategies to enhance fat utilisation during exercise. *Sports Medicine*, 25(4), 241–257. doi: 10.2165/00007256-199825040-00003.
- Heatherley, A. J., Killen, L. G., Smith, A. F., Waldman, H. S., Seltmann, C. L., Hollingsworth A. ... O'Neal, E. K. (2018). Effects of Ad libitum Low-Carbohydrate High-Fat Dieting in Middle-Age Male Runners. *Med Sci Sports Exerc*, 50(3), 570–579. doi: 10.1249/MS S.0000000000001477.
- Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2010). *Sport nutrition: an introduction to energy production and performance (2nd ed.)*. Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Klimešová, I. (2016). *Základy sportovní výživy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.



- Klimesšová, I., & Stelzer, J. (2013). *Fyziologie výživy*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A. L., Collins, R., ... Antonio, J. (2018). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 7. doi: 10.1186/1550-2783-7-7.
- Krch, F., & Richterová, I. (1998). *Chci ještě trochu zhubnout*. Praha, Česká republika: MOTTO.
- Kumstát, M. (2018). *Sportovní výživa jako vědecká disciplína*. Brno, Česká republika: Masarykova univerzita.
- Kysel, P., Vilikus, Z., & Daňová, K. (2019). Nízkosacharidové režimy a jejich vliv na sportovní výkon a tělesné složení. *Diagnostika a poradenství v pomáhajících profesích*, 3(1), 5–17.
- Lambert E. V., Goedecke, J. H., Zyle, C., Murphy, K., Hawley, J. A., Dennis, S. C. ... Noakes, T. D. (2011). High-Fat Diet Versus Habitual Diet Prior to Carbohydrate loading: Effects on Exercise Metabolism and Cycling Performance. *Int Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(2), 209–225. doi: 10.1123/ijsem.11.2.209.
- Lane, S. C., Camera, D. M., Lassiter, D. G., Areta J. L., Bird S. R., Yeo W.K. ... Hawley, J. A. (2015). Effects of sleeping with reduced carbohydrate availability on acute training responses. *Journal of Applied Physiology*, 119, 643–655. doi: 10.1152/jap.physiol.00857.2014.
- Maughan, R. J., Greenhaff, P. L., Leiper, J. B., Ball, D., Lambert, C. P., & Gleeson, M. (1997). Diet composition and the performance of high-intensity exercise. *Journal of Sports Science*, 15(3), 265–75. doi: 10.1080/026404197367272.
- Maughan, R. J., & Noakes, T. D. (1991). Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Medicine*, 12(1), 16–31. doi: 10.2165/00007256-199112010-00003.
- McSwiney, F. T., Wardrop, B., Hyde, P. N., Lafountain, R. A., Volek J. S., & Doyle, L. (2018). Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism*, 81, 25–34. doi: 10.1016/j.metabol.2017.10.010.
- Miller, S. L., & Wolfe, R. R. (1999). Physical exercise as a modulator of adaptation to low and high carbohydrate and low and high fat intakes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(1), 112–9. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600751.
- Mujika, I., & Burke, L. M. (2011). Nutrition in team sports. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 57(2), 26–35. doi: 10.1159/000322700.

- Noakes, T. D., & Windt J. (2016). Evidence that supports the prescription of low-carbohydrate high-fat diets: a narrative review. *Sports Medicine*, 51(2), 133–139. doi: 10.1136/bjsports-2016-096491.
- Noakes, T., Volek J. S., & Phinney, S. D. (2014). Low-carbohydrate diets for athletes: what evidence? *British Journal of Sports Medicine*, 48, 1077–1078. doi: 10.1136/bjsports-2014-093824.
- Nordmann, A. J., Nordmann, A., Briel, M., Keller, U., Yancy, W. S., Brehm, B. J., & Bucher, H. C. (2006). Effects of Low-Carbohydrate vs Low-Fat Diets on Weight Loss and Cardiovascular Risk Factors. *Archives of Internal Medicine*, 166(3), 285–93. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.3.285>.
- Owen, O. E., Morgan, A. P., Kemp, H. G., Sullivan, J. M., Herrera, M. G., & Cahill Jr G. F. (1967). Brain metabolism during fasting. *Journal of Clinical Investigation*, 46, 1589–1595. doi: 10.1172/JCI105650.
- Paoli, A., Grimaldi, K., D’Agostino, D., Cenci, L., Moro, T., Bianco, A. ... Palma, A. (2012). Ketogenic diet does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, 34. doi: 10.1186/1550-2783-9-34.
- Pastucha, D. et al. (2014). *Tělovýchovné lékařství*. Praha, Česká republika: Grada Publishing, a. s.
- Phinney, S. D., Bistrian, B. R., Evans, W. J., Gervino, E., & Blackburn, G. L. (1983). The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restrictions: Preservation of submaximal exercise capacity with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism*, 32(8), 769–776.
- Pyke, A. (2017). Low Carbohydrate High Fat (LCHF) Diets and Endurance Performance. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 25(5), 61–64. doi: 10.1515/hukin-2017-0025.
- Rhyu, H. S., & Cho, S. Y. (2014). The effect of weight loss by ketogenic diet on the body composition, performance-related physical fitness factors and cytokines of Taekwon-do athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10, 326–331. doi: 10.12965/jer.140160.
- Roubík, L. (2018). *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha, Česká republika: Erasport.
- Sawyer, J. C., Wood, R. J., Davidson, P. W., Collins, S. M., Matthews, T. D., Gregory, S. M. ... Paolone, V. J. (2013). Effects of a short-term carbohydrate-restricted diet on strength and power performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2255–62. doi: 10.1519/JSC.0b013e31827da314.

- Seidelmann, S. B., Claggett, B., Cheng, S., Henglin, M., Shah, A., Steffen, L. M., ... Solomon, S. D. (2018). Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *The Lancet Public Health*, 3(9), e419–e428. doi: 10.1016/S2468-2667(18)30135-X.
- Shai, I., Schwarzfuchs, D., Henkin, Y., Shahar, D. R., Witkow, S., Greenberg, I. ... Stampfer, M. J. (2008). Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *The New England Journal of Medicine*, 359(3), 229–41. doi: 10.1056/NEJMoa0708681.
- Stellingwerff, T., Spriet, L. L., Watt, M. J., Kimber, N. E., Hargreaves, M., Hawley, J. A. ... Burke, L. M. (2006). Decreased PDH activation and glycogenolysis during exercise following fat adaptation with carbohydrate restoration. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 290(2), 380–388. doi: 10.1152/ajpendo.00268.2005
- Urbain, P., Strom, L., Morawski, L., Wehrle, A., Deibert, P., & Bertz, H. (2017). Impact of a 6-week non-energy-restricted ketogenic diet on physical fitness, body composition and biochemical parameters in healthy adults. *Nutrition & Metabolism*, 20, 14–17. doi: 10.1186/s12986-017-0175-5.
- Vargas, S., Romance, R., Petro, J. L., Bonilla D. A., Galancho, I., Espinar, S., Kreider R. B., Benitez-Porres J. (2018). Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 15(1), 31. doi: 10.1186/s12970-018-0236-9.
- Vogt, M., Puntchart, A., Howald, H., Mueller, B., Mannhart, C., Gfeller-Tuescher, L. ... Hoppeler, H. (2003). Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(6), 952–60.
- Volek, J. S., Freidenreich, D. J., Saenz, C., Kunces, L. J., Creighton B. C. ... Phinney, S. D. (2016). Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism*, 65(3), 100–110. doi: 10.1016/j.metabol.2015.10.028.
- Volek, J. S., Noakes, T., & Phinney, S. D. (2015). Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *European Journal of Sport Science*, 15(1), 13–20. doi: 10.1080/17461391.2014.959564.
- Volek, J. S., Sharman, M. J., Gomez, A. L., Dipasquale, C., Roti, M., Pumerantz, A. ... Kraemer, W. J. (2004). Comparison of a very low-carbohydrate and low-fat diet on fasting lipids, LDL subclasses, insulin resistance, and post-prandial lipemic responses in

- overweight women. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(2), 177–184. doi: 10.1080/07315724.2004.10719359.
- Volek, J. S., Sharman, M. J., Love, D. M., Avery, N. G., Gomez A. L., Schett, T. P. ... Kraemer, W. J. (2002). Body composition and hormonal responses to a carbohydrate-restricted diet. *Metabolism*, 51(7), 864–870. doi: 10.1053/meta.2002.32037.
- Waldman H. S., Krings, B. M., Basham, S. A., Smith, J. E. W., Fountain, B. J., & McAllister M. J. (2018). Effects of a 15-Day Low Carbohydrate, High-Fat Diet in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3103–3111. doi: 10.1519/JSC.0000000000002282.
- Webster, C. C., Swart, J., Noakes, T. D., & Smith J. A. (2018). A Carbohydrate Ingestion Intervention in an Elite Athlete Who Follows a Low-Carbohydrate High-Fat Diet. *International Journal of Sports and Physiology Performance*, 13(7), 957–960. doi: 10.1123/ijsp.2017-0392.
- Westman, E. C., Feinman, R. D., Mavropoulos, J. C., Vernon, M. C., Volek, J. S., Worthman, J. A., ... Phinney, S. D. (2007). Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86(2), 276–84. doi: 10.1093/ajcn/86.2.276.
- Yeo, W. K., Carey, A. L., Burke, L., Spriet, L. L., & Hawley J. A. (2011). Fat adaptation in well-trained athletes: effects on cell metabolism. *Applied Physiology of Nutrition and Metabolism*, 36(1), 12–22. doi: 10.1139/H10-089.
- Zehnder, M., Christ, E. R., Ith, M., Acheson, K. J., Pou-teau, E., Kreis, R. ... Décombaz, J. (2006). Intramyocellular lipid stores increase markedly in athletes after 1.5 days lipid supplementation and are utilized during exercise in proportion to their content. *European Journal of Applied Physiology*, 98(4), 341–54. doi: 10.1007/s00421-006-0279-5.
- Zinn, C., McPhee, J., Harris N., Willdien, M., Prendergast, K., & Schofield, G. (2017). A 12-week low-carbohydrate, high-fat diet improves metabolic health outcomes over a control diet in a randomised controlled trial with overweight defence force personnel. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 42(11), 1158–1164. doi: 10.1139/apnm-2017-0260.
- Zlatoš, V. (2014, June 28). Ubráňte sa negatívam nízkosacharidovej výživy. Retrieved from <https://www.vlodozlatos.com/blog/clanky-o-zdravi/ubran-te-sa-negativamnizkosacharidovej-vyzivy.html> (November 17, 2019)

## 10 Přílohy

### Příloha 1

- 1) Jste muž, nebo žena (jedna odpověď)
  - Ano
  - Ne
- 2) Věková skupina (jedna odpověď)
  - 15–20 let
  - 20–25 let
  - 25–35 let
  - 35 let a víc
- 3) Druh sportu, kterému se věnujete (jedna odpověď)
  - Silový
  - Vytrvalostní
- 4) Kolikrát týdně sportujete (jedna odpověď)
  - 4x
  - 5x
  - 6x
  - Více než 7x
- 5) Zkušenosti s nízkosacharidovým stravováním (jedna odpověď)
  - Stravuji se tak
  - Stravoval jsem se tak
- 6) Důvod pro zvolení nízkosacharidové stravy (jedna odpověď)
  - Redukce hmotnosti
  - Zdravotní problémy
  - Chut' omezit sacharidy
  - Snaha zkvalitnit sportovní výkonu
- 7) Počet porcí jídla, které vás během dne zasytily (jedna odpověď)
  - 3
  - Méně než 3
  - Více než 3
- 8) Pociťovali jste během diety hlad? (jedna odpověď)
  - Ano
  - Ne

9) Denní množství sacharidů během diety (jedna odpověď)

- Do 30 gramů
- 30–50 gramů
- 50–100 gramů
- 100–150 gramů
- Více než 150 gramů

10) Doba trvání nízkosacharidové diety (jedna odpověď)

- Méně než 1 měsíc
- 1–3 měsíce
- 3–6 měsíců
- 6–12 měsíců
- Více než 1 rok

11) Pozitivní změny na NS stravě (jedna odpověď)

- Redukce hmotnosti
- Eliminace zdravotních problémů
- Snížení únavy
- Zvýšení sportovního výkonu

12) Negativní změny na NS stravě (jedna odpověď)

- Únava
- Zhoršení sportovního výkonu
- Ztráta svalové hmoty
- Jiné (volná odpověď)

13) Co vás nejvíce omezilo na NS stravě (jedna odpověď)

- Nic
- Ztráta svalové hmoty
- Únava
- Nestabilní výkon
- Stagnace sportovního růstu

14) Užívali jste před nízkosacharidovou dietou nějakou suplementaci a jakou? (jedna odpověď)

- Ano
- Ne

15) Suplementace během nízkosacharidové diety (3 odpovědi)

- Komplex vitamínu B
- BCAA
- Železo
- Protein
- Nic
- Vápník

16) Z čeho se nejčastěji skládal váš jídelníček během diety (4 odpovědi)

Hovězí maso

Kuřecí maso

Vepřové maso

Ryby

Sýry

Oříšky

Vejde

Zelenina

Komerční ketogenní produkty

Jogurtové výrobky