MASARYKOVA UNIVERZITA

Fakulta sportovních studií

Katedra podpory zdraví

Změny ve vybraných fyziologických ukazatelích a složení těla při přechodu na veganskou stravu

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Michal Kumstát, Ph.D.

Vypracovala: Michaela Beníčková

Obor Regenerace a výživa ve sportu

Brno 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Michala Kumstáta, Ph.D., uvedla jsem všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Brně dne …… ……..

Podpis

Touto cestou bych chtěla poděkovat hlavně svému vedoucímu práce doc. Mgr. Michalu Kumstátovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, vstřícnost a trpělivost, které mi v průběhu psaní celé práce poskytl. Dále děkuji své rodině a blízkým, kteří při mně stáli po celou dobu studia a poskytovali mi tak potřebnou podporu a důvěru. V poslední řadě bych chtěla poděkovat probandům, kteří se výzkumu zúčastnili, bez nich by tato práce nemohla vzniknout.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Michaela Beníčková

Název bakalářské práce: Změny ve vybraných fyziologických ukazatelích a složení těla při přechodu na veganskou stravu

Pracoviště: Katedra podpory zdraví

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Michal Kumstát, Ph.D.

Rok odevzdání závěrečné práce: 2020

Anotace

Teoreticko-empirická práce, jejímž cílem bylo zjistit, jaký může mít dopad přechod sportovce na veganské stravování, zdali a jakým způsobem ovlivní jeho klidový metabolismus, složení těla a silové a vytrvalostní schopnosti. Jednalo se o případovou studii jednoho probanda v délce intervence 13 týdnů, byla sledována tělesná hmotnost, množství svalové hmoty a tělesného tuku, dále klidový energetický metabolismus a silový a vytrvalostní výkon. Vlivem veganského stravováno došlo k poklesu hmotnosti o 4 %, ztrátě svalové hmoty o 4,8 % a úbytku tělesného tuku o 4 %. Klidový energetický metabolismus celkově poklesl o 80 kcal/ den, relativně však došlo k jeho navýšení o 0,1 kcal/ kg/ den. Síla stisku pravé ruky se zhoršila o 1,5 % a síla stisku levé ruky se zhoršila o 10 %. Wingate test ukázal zhoršení maximálního výkonu o 5,5 %. U běhu 5 km bylo dosaženo zlepšení 9,9 %. Přechod na veganskou stravu se projevil ve všech sledovaných parametrech. K největším změnám došlo u síly stisku levé ruky a u běhu na 5 km.

Klíčová slova: klidový energetický metabolismus, rostlinná strava, silové schopnosti, složení těla, veganství, vegetariánství, vytrvalostní schopnost, výkon

Bibliographical identification

Autor´s first name and surname: Michaela Beníčková

Title of the master thesis: Physiological and anthropometric changes when shifting to a vegan diet

Department: Department of Health Promotion

Supervisor: doc. Mgr. Michal Kumstát, Ph.D.

The year of submission of the final thesis: 2020

Annotation

Theoretical-empirical work. The aim was to find out what is the effect of an athlete shifting to vegan diet. Whether and how it will affect his resting metabolism, body composition and strength and endurance abilities. It was a case study of one proband with duration of 13 weeks. The work monitored the body weight, the amount of muscle mass and body fat, as well as resting energy metabolism and strength and endurance performance. Due to the vegan diet, there was a 4% decrease in body weight, a 4.8% loss of muscle mass and a 4% loss of body fat. Resting metabolic rate decreased overall by 80 kcal / day, but relatively increased by 0.1 kcal / kg / day. The right hand grip deteriorated by 1.5 % and the left hand grip deteriorated by 10 %. The Wingate test showed a deterioration in maximum performance of 5.5 %. The 5 km run achieved a 9.9% improvement. The transition to a vegan diet was reflected in all monitored parameters. The biggest changes occurred in the left hand dynamometry and the 5 km run.

Key words: resting metabolic rate, plant based diet, strength abilities, body composition, veganism, vegetarianism, edurance abilities, performance

OBSAH

1 ÚVOD 9
2 SYNTÉZA POZNATKŮ 10
2.1 Vegetariánství 10
2.1.1 Druhy vegetariánství 10
2.2 Vegetariánská strava a zdraví 12
2.2.1 Obezita 12
2.2.2 Kardiovaskulární onemocnění 13
2.2.3 Diabetes II. typu 14
2.2.4 Metabolický syndrom 14
2.2.5 Rakovina 15
2.2.6 Zdraví kostí 15
2.3 Vegetariánská strava ve sportu 15
2.3.1 Vliv vegetariánské stravy na vytrvalostní výkon 16
2.3.2 Vliv vegetariánské stravy na silový výkon 18
2.4 Limitace vegetariánské stravy 19
2.4.1 Energie 19
2.4.2 Makronutrienty 20
2.4.2.1 Bílkoviny 20
2.4.2.2 Sacharidy 21
2.4.2.3 Tuky 22
2.4.3 Mikronutrienty 23
2.4.3.1 Vitamín B12 24
2.4.3.2 Železo 25
2.4.3.3 Zinek 26
2.4.3.4 Vápník 27
2.4.3.5 Jód 28
2.4.3.6 Vitamín D 29
2.5 Shrnutí teoretické části 30
3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY 31
3.1 Cíl práce 31
3.2 Výzkumné otázky 31
4 METODIKA 32
4.1 Výzkumné metody 32
4.2 Charakteristika výzkumného souboru 32
4.2.1 Vstupní osobní anamnéza 32
4.2.2 Vstupní stravovací anamnéza 32

4.2.3 Vstupní pohybová anamnéza 33
4.3 Použité metody 33
4.3.1 Analýza tělesného složení 33
4.3.2 Měření klidového energetického výdeje 34
4.3.3 Zátěžová diagnostika silových a vytrvalostních schopností 35
4.3.4 Záznam jídelníčku 37
4.4 Časový harmonogram výzkumu 37
4.5 Analýza dat 39
5 VÝSLEDKY 41
5.1 Analýza tělesného složení 41
5.2 Měření klidového energetického výdeje 42
5.3 Zátěžová diagnostika silových a vytrvalostních schopností 44
5.3.1 Ruční dynamometrie 44
5.3.2 Wingate test 45
5.3.3 Běh na 5 km 47
5.4 Záznam jídelníčku 47
6 DISKUSE 52
7 ZÁVĚRY 61
LITERATURA 64
Seznam příloh 69
Seznam obrázků 70
Seznam tabulek 71
PŘÍLOHY 6

SEZNAM ZKRATEK

BMI	index tělesné hmotnosti (z angl. Body Mass Index)
KVO	kardiovaskulární onemocnění
ICHS	ischemická choroba srdeční
CMP	cévní mozková příhoda
MS	metabolický syndrom
TK	krevní tlak
TAG	triacylglyceroly
AK	aminokyseliny
BCAA	aminokyseliny s rozvětveným řetězcem
HDL	vysokodenzitní lipoprotein (z angl. High Density Lipoprotein)
LDL	nízkodenzitní lipoprotein (z angl. Low Density Lipoprotein)
LA	kyselina linolová
ALA	kyselina alfa-linoleová
EPA	kyselina eikosapentaenová
DHA	kyselina dokosahexaenová
RMR	klidový energetický výdej (z angl. Resting Metabolic Rate)
RQ	respirační kvocient (z angl. Respiratory Quotient)
VO_2	množství spotřebovaného kyslíku
VCO_2	množství vydechovaného oxidu uhličitého

1 ÚVOD

Veganské stravování získává v dnešní době stále na popularitě u běžné populace i sportovců. Veganství s sebou nese jisté zdravotní benefity jako například snížená rizika rozvoje celé řady onemocnění. Na druhou stranu může být také nedostatečně propracovaný veganský jídelníček pro člověka riskantní. Veganská strava totiž nemůže pokrýt všechny pro tělo potřebné látky, a tím může vést k rozvoji různých typů onemocnění. Sportovci mohou využít veganskou stravu zejména pro potenciální snížení hmotnosti. Také pro ně může být ale nevyvážená strava veganská strava riskantní z důvodu zvýšené ztráty minerálů a vitamínů během sportovního výkonu.

Teoretická část práce je zaměřená na charakteristiku vegetariánského stravování, jeho vliv na zdraví a nemoci člověka a vliv na vytrvalostní a silový výkon. Také obsahuje neméně důležitou zmínku o rizikových živinách z hlediska makronutrientů a mikronutrientů, které jsou s vegetariánskou stravou spojovány. Praktická část je zaměřena na 13týdenní období sportovce, u kterého byl pozorován vliv přechodu na veganskou stravu na tělesné složení, silové a vytrvalostní schopnosti, ale také energetický výdej a další výkonnostní parametry.

Vybrala jsem si bakalářskou práci na téma veganství a jeho aplikaci při sportu zejména proto, že má strava je již od útlého věku na bázi rostlinných potravin, a také sama odmalička sportuji Proto je mi téma veganství velmi blízké. Doufám, že díky této práci budu schopna ve svém jídelníčku lépe eliminovat vyskytující se nedostatky a následně kvalitně vést své potenciální klienty, preferující rostlinnou stravu.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Vegetariánství

Původně se pro vegetariánství používal název vegetarianismus, který vznikl ze slov *vegetation* (česky rostlinná fauna), *vegetable* (v překladu rostlinný nebo zelenina) a z latinského slovesa *vegetare* (česky růst, oživovat). V Evropě bylo vegetariánské stravování rozšířeno pomocí řeckého filozofa a vědce Pythagora ze Samosu, žijícího v letech 570 až přibližně 500 př.n.l. Pythagoras věřil, že i zvířecí duše mohla patřit někomu z jeho již mrtvých příbuzných. V 19. století se pak vegetariánství rozšířilo i do německých zemí (Grosshauserová, 2015).

Vegetariánská strava je obecně založená na rostlinných zdrojích potravy, vyhýbá se všem typům masa. Vegetariánství povoluje potraviny vyprodukované zvířaty včetně medu, mléka i vajec, při kterých nedošlo k ublížení zvířatům (Mason a Mullins, 2016).

2.1.1 Druhy vegetariánství

Existuje celá řada druhů vegetariánství, od těch méně striktní až po extrémní, jejichž definice se v různých zdrojích mohou mírně rozcházet.

Semi-vegetariáni

Semi-vegetariáni nebo částeční vegetariáni vědomě výrazně omezují konzumaci masa, zejména červeného, v menší míře jedí drůbež, ryby, vejce, mléko, mléčné produkty a med (Grosshauserová, 2015).

Pesko-vegetariáni

Pesko-vegetariáni z živočišných zdrojů konzumují pouze ryby. Podle některých zdrojů mohou pesko-vegetariáni konzumovat také mléko, mléčné výrobky a vejce (Pekrová, 2019).

Lakto-ovo-vegetariáni

Lakto-ovo-vegetariánství, někdy se označuje i jako vegetariánství, nepovoluje konzumaci masa a ryb včetně vodních živočichů (Grosshauserová, 2015).

Ovo-vegetariáni

Ovo-vegetariáni nekonzumují mléko, mléčné výrobky, maso a ryby a vodní živočichy (Grosshauserová, 2015).

Lakto-vegetariáni

Na druhé straně lakto-vegetariáni konzumují mléko a mléčné výrobky, vyhýbají se ale vejci, masu a rybám včetně mořských živočichů (Grosshauserová, 2015).

Vegani

Za nejstriktnější formu vegetariánství je považováno veganství (Grosshauserová, 2015). Některé zdroje veganství nazývají také jako striktní vegetariánství. Veganství je založeno na filozofii a životním stylu projevující úctu a soucit k přírodě a všem živým bytostem. Vegané nejedí žádné živočišné zdroje potravy včetně medu. Rovněž odmítají výrobky testované na zvířatech a produkty ze zvířat (vlnu, kůži, hedvábí a srst). Vegani se vyhýbají aktivitám, při kterých dochází ke špatnému zacházení se zvířaty, např. cirkusům a výzkumům na zvířatech (Davis a Melina, 2014). Rostlinné stravování je mimo jiné také udržitelnější a ekologičtější formou stravování. Živočišná výroba má velký vliv na znečištění a degradaci půdy, změnu klimatu a znečišťování ovzduší (Pekrová, 2019).

Veganská strava neboli veganská dieta je pouze jedním článkem z celé filozofie veganství. Člověk, který je příznivcem veganské stravy, nikoli ale veganského životního stylu, se nazývá tzv. pure vegetarian, v doslovném překladu „čistý vegetarián“ (Davis a Melina, 2014).

Vitariáni

Vitariáni konzumují tzn. *raw food* neboli česky syrovou stravu. Podle Grosshauserové (2015) příznivci této formy stravování nesmějí konzumovat žádné potraviny živočišného původu, stejně jako vegané, a rovněž je v rámci tohoto směru zakázána konzumace tepelně zpracovaných potravin. Některé zdroje přesto uvádějí možnost konzumace mléka a vajec. Teplota pro přípravu potravin by neměla přesáhnout 48 °C (Pekrová, 2019).

Fruktariáni

Fruktariánská strava zahrnuje ze 75 % ovoce včetně nesladkého ovoce jako jsou rajčata a avokádo (Davis a Melina, 2014). Pekrová (2019) uvádí, že fruktariáni jedí pouze

rostlinnou stravu a vyhýbají se potravinám, u kterých mohlo dojít při sklizni nebo skladování k jejich poškození.

2.2 Vegetariánská strava[1] a zdraví

Veganská strava je mezi lidmi čím dál více populární a výsledky studií ukazují, že může poskytovat celou řadu benefitů, mezi které se řadí například snížené riziko onemocnění a úmrtí na kardiovaskulární onemocnění, snížená incidence rakoviny a diabetu II. typu nebo nižší výskyt metabolického syndromu (Craddock a kol., 2016; Rogerson, 2017; Lynch a kol., 2018). Tato pozitiva se u veganů vyskytují díky nízké hodnotě BMI, snížené hladině glukózy, nižšímu systolickému a diastolickému krevnímu tlaku, nižší hladině TAG (triacylglycerolů), celkového a LDL (nízkodenzitní lipoprotein) cholesterolu, nižší hladině kyseliny močové a vyšší senzitivitě C-reaktivního proteinu (Lynch a kol., 2018). Ve srovnání s omnivorskou stravou je veganská strava typicky založená na oligo a polysacharidech, zelenině, ovoci a obsahuje velké množství vlákniny, antioxidantů a fytochemikálií. Na druhou stranu obsahuje malé množství nasycených tuků a cholesterolu (Craddock a kol., 2016).

2.2.1 Obezita

Zdravá hmotnost zlepšuje kardiovaskulární funkce, inzulinovou senzitivitu a snižuje riziko vzniku dalších chronických onemocnění (Melina a kol., 2016). Studie potvrzují, že BMI vegetariánů je nižší ve srovnání s omnivory a stejně tak je nižší výskyt obézních vegetariánů než obézních ne-vegetariánů v populaci (Key a kol., 2006; Melina a kol., 2016). Toto pozitivum může být následkem vysokého obsahu vlákniny ve stravě a nižšího příjmu bílkovin (Key a kol., 2006). Melina a kol. (2016) ve své práci porovnávali řadu studií, které potvrzují spojení nízkého BMI s osobami konzumující veganskou stravu. Rossel a kol. (2005) sledovali tělesnou hmotnost téměř 22 tisíc jedinců v EPIC-Oxford (prospektivní výzkum zaměřený na rakoviny a výživu) po dobu 5 let. Vypozorovali průměrný nárůst hmotnosti o 400 g/ rok. Tento průměrný roční nárůst byl ovšem výrazně nižší u veganů než u vegetariánu a omnivorů.

[1] Autoři studií často ve svých výzkumech píšou obecně o vegetariánství a nerozlišují jeho jednotlivé konkrétní typy. Proto je v této bakalářské práci uváděno především vegetariánství, do kterého veganství spadá. Pokud se studie zabývala čistě veganským stravováním, je uvedeno v textu této práce konktrétně veganství.

2.2.2 Kardiovaskulární onemocnění

Vegetariánská strava může eliminovat rizikové faktory pro vznik KVO (kardiovaskulární onemocnění), zlepšuje hodnoty krevního tlaku, lipidového spektra, krevní glukózy, snižuje oxidační stres a riziko vzniku břišní obezity. Z toho vyplývá, že vegetariáni mají nižší riziko onemocnění a úmrtí na KVO (Melina a kol., 2016). Větší přínos v boji proti KVO může mít konkrétně veganská strava. Vegani, jak již bylo zmíněno v kapitole *2.2.1 Obezita*, mají často nižší hodnoty BMI a nižší hladinu cholesterolu než omnivoři a ostatní vegetariáni (Melina a kol., 2016). Dále studie prokázaly, že vyšší příjem ovoce a zeleniny (nad 5 porcí/ den) snižuje riziko vzniku KVO o 17 %, příjem 3–5 porcí denně snižuje riziko vzniku KVO o 7 % ve srovnání s jedinci, kteří konzumující méně než 3 porce ovoce a zeleniny denně (He a kol., 2007).

Cholesterol

Vegetariánská strava obsahuje malé množství nasycených tuků ve srovnání se smíšenou stravou, to se jeví jako příčina nízké hladiny cholesterolu v krvi, která se u vegetariánů často vyskytuje. Dále se ukázalo, že některé potraviny, jako např. sójové boby nebo ořechy, mohou snižovat LDL cholesterol v krvi (Key a kol., 2006). Metaanalýza Wanga a kol. (2015) srovnávala 11 studií a vliv vegetariánské stravy na KVO. U vegetariánů byl zpozorován pokles celkového, LDL cholesterolu a HDL (vysokodenzitní lipoprotein) cholesterolu v krvi a tím i snížené riziko vzniku KVO o 10 %. Včasná intervence je však u KVO zásadní a vegetariánská strava pomáhá rizika vzniku KVO snížit zejména u osob se zdravou váhou nebo nadváhou, u obézních jedinců se již zdá být méně účinná (Wang a kol., 2015).

Hypertenze

Mezi hlavní příčiny vysokého krevního tlaku se řadí vysoká konzumace alkoholu, vysoký příjem soli v jídelníčku a obezita. Omnivoři vykazují vyšší hodnoty krevního tlaku ve srovnání s vegetariány a vegany, což může být způsobeno skladbou jídelníčku a nižšími hodnotami BMI u skupiny vegetariánů (Key a kol. 2006).

Ischemická choroba srdeční

Vegetariánská strava vykazuje nižší riziko vzniku infarktu ve srovnání s ne-vegetariánskou stravou. Díky nižší hodnotě krevního cholesterolu (0,4 – 0,6 mmol/ l) mohou mít vegetariáni snížené riziko úmrtí na ICHS (ischemická choroba srdeční) až o

27 % ve srovnání s omnivory. Nejen cholesterol, ale i nízké BMI může být příčinou snížené pravděpodobnosti úmrtí na ICHS (Key a kol., 2006).

Cévní mozková příhoda

Vegetariánské stravování založené na konzumaci vlákniny, kyseliny listové, antioxidantů a fytochemikálií, přispívá ke snížení výskytu CMP (cévní mozková příhoda) a rizika úmrtí na CMP a ICHS (Craig, 2009). Rizikovým faktorem pro vznik CMP je vysoký krevní tlak a jak již bylo zmíněno výše, jedním z benefitů, které vegetariánská strava přináší, je snížený krevní tlak. Key a kol. (2006) ve své práci uvádí, že u vegetariánů je míra úmrtnosti na CMP je nižší ve srovnání s omnivory.

2.2.3 Diabetes II. typu

Diabetes je skupina metabolických onemocnění, při kterých dochází k hyperglykémii vlivem poruchy sekrece nebo působení inzulínu. Při diabetu se doporučuje vyhnout se v jídelníčku jednoduchým sacharidům, snížit příjem nasycených a trans-mastných kyselin, cholesterolu a jíst více zeleniny. Obezita a nezdravá strava jsou hlavním rizikovými faktory pro rozvoje diabetu II. typu (Siedlecka a kol., 2019). Příjem celozrnných potravin nebo vyšší příjem ořechů (konktrétně vlašských ořechů) může snižovat riziko vzniku diabetu. Zvýšená konzumace ovoce a zeleniny signifikantně snižuje riziko vzniku diabetu II. typu (Melina a kol., 2016). Plánovaná a vhodně nastavená vegetariánská strava spolu s pravidelnou pohybovou aktivitou může snížit, eventuálně odvrátit, řadu symptomů spojené s diabetem (Siedlecka a kol., 2019). Vegetariánská a veganská strava ve srovnání s diabetickou dietou sice nevede k většímu úbytku hmotnosti, ale vegetariánská a veganská strava prokazatelně zlepšuje hodnoty krevních lipidů a hladiny glukózy (Barnard a kol., 2009; Siedlecka a kol., 2019). Remise u toho typu onemocnění není možná i přes celkovou změnu životního stylu a snížení hmotnosti (Siedlecka a kol., 2019).

2.2.4 Metabolický syndrom

Metabolický syndrom je soubor onemocnění, který je spojen se zvýšeným rizikem výskytu diabetu a KVO. U MS (metabolický syndrom) se hodnotí 5 rizikových faktorů: abdominální obezita u mužů > 102 cm, u žen > 88 cm; TAG ≥ 1,7 mmol/ l; HDL u mužů < 1,03 mmol/ l, u žen < 1,29 mmol/ l; TK (krevní tlak) ≥ 130/ ≥85 mmHg; glykémie nalačno ≥ 5,6 mmol/ l. O MS se jedná při přítomnosti minimálně 3 rizikových faktorů (Sabaté a Wien, 2015). Rizzo a kol. (2011) ve své práci srovnávali vliv vegetariánské, semi-vegetariánské a ne-vegetariánské stravy na rizikové faktory MS. Prevalence

rizikových faktorů MS byla nejnižší u vegetariánů – u 12 % vegetariánů se vyskytovaly tři rizikové faktory, u 8 % čtyři a u 3 % všech pět rizikových faktorů. U semi-vegetariánů to bylo ve stejném pořadí 19 %, 10 % a 2 %. A u omnivorů 19 %, 13 % a 5 %. Vegetariáni měli nižší hladiny TAG, TK, glykémii, obvod pasu a hodnoty BMI než omnivoři. Semi-vegetariáni měli menší obvod pasu a nižší BMI než omnivoři. Tato studie ukazuje, že vegetariánská strava může snižovat riziko vzniku MS.

2.2.5 Rakovina

Vegetariánská strava je spojována s nižším rizikem výskytu rakoviny a konkrétně s nižším rizikem rozvoje rakoviny gastrointestinálního traktu. Veganská strava se jeví oproti ostatním výživovým stylům jako nejpreventivnější ve výskytu rakoviny (Melina a kol., 2016), což může být následkem nižšího BMI (Craig, 2009) ve srovnání s omnivory nebo také skladbou jídelníčku. Vegani konzumují obecně více ovoce a zeleniny, luštěnin a celozrnných potravin. Tyto potraviny, díky vysokému obsahu fytochemikálií, snižují riziko výskytu různých typů rakoviny a působí preventivně proti jejich vzniku (Craig, 2009; Melina a kol., 2016). Například konzumace sójových produktů, které jsou bohaté na fytoestrogeny, by mohla mít preventivní účinek pro výskyt rakoviny prsu u žen (Key a kol., 2006; Craig, 2009). Na druhou stranu výzkumy také ukazují, že nízká hladina vitamínu D, která je s veganskou stravou spojována, by mohla být riziková pro rozvoj rakoviny (Craig, 2009).

2.2.6 Zdraví kostí

Vegetariáni vykazují podobné nebo mírně snížené hodnoty kostní minerální denzity ve srovnání s omnivory, vegani mají obvykle hodnoty nejnižší (Craig, 2009; Melina a kol., 2016). Vegetariáni a omnivoři také konzumují podobné množství vápníku ve stravě. Vegani, i přes vysokou konzumaci potravin bohatých na vápník, mají příjem vápníku nejnižší (Key a kol., 2006). Zdraví kostí ale nezávisí jen na příjmu bílkovin a vápníku, důležitou roli hraje i příjem ovoce a zeleniny, vitamínu D, vitamínu K, draslíku, a magnézia (Craig, 2009; Melina a kol., 2016). Vegané konzumují vysoké množství těchto látek a ty mají ochranný vliv na zdraví kostí, takže pokud přijímají i dostatek vápníku a vitamínu D, stav jejich kostí by měl být v pořádku (Craig, 2009).

2.3 Vegetariánská strava ve sportu

Každý sportovec má na základě jeho zaměření, ať už vytrvalostního, silového nebo rychlostního, odlišné tréninkové a energetické nároky. Veganská nebo i vegetariánská

strava může mít různý efekt na výkon těchto sportovců (Lynch a kol., 2018). Zatímco dříve bylo maso bráno jako nedílná součást jídelníčku podporující výkon, v dnešní době je tomu naopak a roste počet příznivců vegetariánský diet (Nebl a kol., 2019).

Princip, který spojuje rostlinnou stravu se zlepšením fyzického výkonu, není dostatečně probádaný, v literatuře však existují tři teorie:

A. První teorie předpokládá, že vegetariánská strava může zlepšovat sportovní výkon díky vysokému obsahu sacharidů ve stravě, který vede k vyšší zásobě glykogenu v těle (Craddock a kol., 2016).

B. Druhá teorie je založená na myšlence, že zvýšený obsah fytochemikálií a antioxidantů ve vegetariánské stravě může snižovat oxidační stres z déletrvajícího cvičení a posiluje celkovou imunitu člověka (Craddock a kol., 2016).

C. Třetí teorie se týká alkalizační vlivu vegetariánské stravy na tělo sportovce. Některé perorální doplňky stravy, konkrétně hydrogenuhličitan sodný a citrát sodný, snižují hladinu acidózy v krvi. Tyto látky nazýváme pufry a mají ergogenní účinky. Stejně tak může mít konzumace vegetariánské stravy zásaditý vliv na hladinu kyselin díky vysoké konzumaci ovoce a zeleniny. Vegetariánská strava nemusí mít stejně vysoký akutní účinek jako suplementace např. hydrogenuhličitanu sodného, ale je možné, že vlivem dlouhodobého vegetariánského stravování dojde k úpravě výchozí homeostatické hodnoty a tím ke zlepšení fyzické výkonnosti (Craddock a kol., 2016).

2.3.1 Vliv vegetariánské stravy na vytrvalostní výkon

Mnoho sportovců mění své způsoby stravování, aby zlepšili své zdraví a výkon (Craddock a kol., 2016; Lynch a kol., 2016; Lis a kol., 2019; Nebl a kol., 2019). Zejména způsoby stravování s pozitivním vlivem na tréninkovou kapacitu a regulující množství tělesného tuku jsou ve středu zájmu většiny vytrvalostních sportovců (Craddock a kol., 2016, Nebl a kol., 2019).

Případová studie Leischik a Spelsberga (2014) sledovala ultra triatleta konzumující 22 vegetariánskou stravu, z toho 9 let veganskou stravu a 6. rokem syrovou veganskou stravu. Kontrolní skupinou byla skupina 10 triatletů na omnivorské stravě. Výsledky ukázaly, že ergometrický výkon byl v bodě respirační kompenzace u veganského sportovce vyšší než u kontrolní skupiny, stejně tak absolutní maximální ergometrický výkon. Dále měl veganský sportovec nižší klidovou tepovou frekvenci, nižší tepovou

frekvenci při anaerobním prahu, v bodě respirační kompenzace a při maximálním zatížení.

Craddock a kol. (2016) porovnával 7 randomizovaných kontrolovaných studií a 1 průřezovou studii zabývající se vegetariánským stravováním a jejím vlivem na výkon ve srovnání s ne-vegetariánským stravováním. Nevypozoroval žádné zlepšení ani zhoršení aerobních schopností vlivem 12týdenní konzumace vegetariánské stravy ve srovnání s omnivorským stravováním.

Lynch a kol (2016) ve své průřezové studii porovnával elitní vytrvalostní sportovce, 27 vegetariánů (z toho 15 veganů) a 43 omnivorů. Práce testovala VO_2 max na běžícím pásu. Výsledky prokázaly signifikantně vyšší VO_2 max u vegetariánské skupiny (pouze u žen) než u omnivorů. Na základě těchto výsledků bychom mohli usuzovat, že vytrvalostní sportovci konzumující vegetariánskou stravu (zejména ženy), mohou mít vyšší stupeň aerobní kapacity než omnivoři.

Nebl a kol (2019) ve své průřezové studii porovnávali maximální tréninkovou kapacitu 24 veganů, 26 vegetariánů a 26 omnivorů. Nezjistili žádné signifikantní rozdíly mezi jednotlivými skupinami v jejich maximální tréninkové kapacitě. Tento fakt naznačuje, že vegetariánské stravování nemá negativní vliv na tréninkový výkon u rekreačních běžců.

Craddock a kol. (2020) se ve svém review zaměřují na rostlinnou stravu a její případný vliv na vytrvalostní výkon na základě antioxidačního, zánětlivého a imunologického hlediska. Zlepšení v těchto systémech je při rostlinném typu stravování patrné, a právě toto zlepšení může mít vliv na malou progresi vytrvalostního výkonu. Nicméně je potřeba dalšího výzkumu v této oblasti.

Na základě výše zmíněných studií můžeme usuzovat, že adekvátně nastavená vegetariánská strava může více či méně zlepšit vytrvalostní schopnosti sportovce. Pokud sportovci preferují rostlinný typ stravování, tato preference nemusí mít na jejich výkon negativní dopad, a právě naopak může přispět k jejich zlepšení. Vzhledem k malému množství studií se tento fakt nedá generalizovat na každého sportovce a je třeba individuální přístup.

2.3.2 Vliv vegetariánské stravy na silový výkon

Anaerobní výkon úzce souvisí s hladinou karnosinu a kreatinu ve svalech. Karnosin je dipeptid vyskytující se v kosterní svalovině a také pufr zmírňující metabolickou acidózu ve svalech. Tento pufrační mechanismus se využívá zejména při vysoko-intenzivním tréninku (Baquet a kol., 2011). Baguet a kol., (2011) ve své studii sledovali vliv 5týdenního tréninku sprintů v kombinaci s vegetariánským a ne-vegetariánským stravováním na obsah svalového karnosinu a pufrační kapacitu. Práce se zúčastnilo 20 omnivorů, kteří byli následně rozděleni do skupiny vegetariánské a smíšené stravy. Probandi museli absolvovat 2–3 tréninky sprintu týdně. Hladina karnosinu se nevýznamně zvýšila u smíšené stravy a nevýznamně se snížila i vegetariánské stravy. Výkon se zvýšil u obou skupin.

Burke a kol., (2003) ve svém výzkumu sledovali dopad suplementace kreatinu mimo jiné na hladinu svalového kreatinu a výkon u vegetariánů. Výzkum trval 8 týdnů a účastnilo se ho 18 vegetariánů a 24 ne-vegetariánů, všichni byli náhodně rozděleni do 4 skupin na základě suplementace kreatinem – vegetariáni + kreatin, vegetariáni + placebo, omnivoři + kreatin, omnivoři + placebo. Výsledky ukázaly, že vegetariáni suplementující kreatin měli ve srovnání s ostatními skupinami, vyšší nárůst kreatinfosfátu a celkového kreatinu ve svalech. Zároveň měli tito vegetariáni nejvyšší nárůst svalové hmoty a celkové vykonané práce ve srovnání s ne-vegetariány doplňující kreatin.

Kreatin může ovlivňovat zejména silové schopnosti sportovců. Vegetariáni obecně disponují nižší hladinou celkového kreatinu v těle, avšak na druhou stranu se zdá, že jejich tělo je na suplementaci kreatinu více citlivé (Lynch a kol., 2018).

Stejný, již u vytrvalostních schopností zmíněný, výzkum Craddocka a kol. (2016), který porovnával 7 randomizovaných kontrolovaných studií a 1 průřezovou studii zabývající se vegetariánským stravováním a jeho vlivem na výkon ve srovnání s ne-vegetariánským stravováním, nevypozoroval zlepšení nebo zhoršení síly ani anaerobních schopností vlivem 12týdenní konzumace vegetariánské stravy.

Lynch a kol. (2016), který ve své průřezové studii porovnával elitní vytrvalostní sportovce, 27 vegetariánů (z toho 15 veganů) a 43 omnivorů, testoval mimo VO_2 max také maximální točivý moment při extenzi dolní končetiny pomocí dynamometru. Výsledky ale neprokázaly významný rozdíl maximálního točivého momentu mezi

skupinami. Z toho vyplývá, že vytrvalostní sportovci konzumující vegetariánskou stravu mohou mít srovnatelnou sílu s vytrvalci omnivory.

Studií zabývajícími se vlivem vegetariánské stravy na silové schopnosti se příliš mnoho nevyskytuje. Zmíněné práce nedošly k nijak významným opakovaně se potvrzujícím pozitivním změnám vlivem konzumace rostlinné stravy. Výhodou pro vegetariánské silové sportovce může být však suplementace kreatinem, která má na jejich tělo i výkon pozitivní vliv, díky vyšší senzitivitě na kreatin.

2.4 Limitace vegetariánské stravy

Pouze pestrá, vyvážená a vhodně nastavená veganská dieta může poskytovat výše zmíněná pozitiva. Protektivní a bioaktivní látky obsažené ve vysokém příjmu rostlinných potravin nepřekonají rizika spojené s kompletním vyřazením živočišné složky z jídelníčku (Roubík a kol., 2018). Špatně nastavená veganská strava může vést k deficitům makronutrientů, zejména bílkovin a n-3, a mikronutrientům, např. vitamínu B12, D, železa, zinku, vápníku a jodu (Key a kol., 2006; Rogerson, 2017) a může mít za následek rozvoj megaloblastické anémie, osteomalacie, neuropatie nebo menstruačních poruch (Siedlecka a kol., 2019).

2.4.1 Energie

Studie ukazují, že, ve srovnaní s omnivory, vegani konzumují méně energie (Carlson a kol., 1985; Clarys, 2014; Rogerson, 2017, Lynch a kol., 2018). To může být následkem faktu, že veganská strava je založená na velkém množství vlákniny a potravin s nízkou energetickou denzitou, které podněcují dřívější nasycení. Energetický příjem je velmi důležitá proměnná ve výživě sportovců a pro některé může být náročné dosáhnout svého optimálního denního energetického příjmu, protože vysoko intenzivní trénink nebo například gastrointestinální potíže mohou snižovat chuť k jídlu. Nízký energetický příjem vede k nízké energetické dostupnosti, a tím například k rozvoji atletické triády u žen, ta je spojena s poruchami příjmu potravy, poruchami menstruačního cyklu a nízkou kostní minerální denzitou (Loucks, 2004; Meng a kol., 2020). Nízký energetický příjem může mít dále za následek zhoršenou imunitní reakci (Rogerson, 2017), úbytek hmotnosti, katabolismus svalové hmoty, zhoršení výkonu a vyšší únavu organismu.

2.4.2 Makronutrienty

2.4.2.1 Bílkoviny

Při veganské dietě by měl být brán zřetel nejen na kvantitu, ale především na kvalitu bílkovin. Rostlinné zdroje bílkovin často neobsahují celé spektrum aminokyselin (AK), nebo jej obsahují v nedostatečném množství, a tím jsou považovány za bílkoviny s nižší biologickou hodnotou. Nejčastěji postrádají klíčovou složku pro syntézu svalových bílkovin (MPS) tedy aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (BCAA) (valin, leucin, isoleucin) (Rogerson, 2017; Lynch a kol., 2018). BCAA jsou esenciální látky a tělo si je neumí vytvořit samo, proto musejí být dodávány tělu v potravě. Dalšími limitujícími AK rostlinných zdrojů bílkovin je lysin, methionin, threonin a tryptofan. Například obiloviny, konkrétně pšenice, jsou limitovány svým obsahem lysinu. Na druhou stranu luštěniny jsou na lysin bohaté, ale obsahují malé množství methioninu (Marsh, 2013; Rogerson, 2017). Leucin, který je primárním spouštěčem MPS a podporuje zotavení a adaptaci na cvičení, může být získán ze sójových bobů a čočky. Zbylé BCAA, valin a izoleucin, jsou obsaženy v semenech, ořeších a cizrně. Rozmanitost rostlinných zdrojů bílkovin je tedy zásadní v získání celého spektra aminokyselin. Avšak doporučení o kombinaci jednotlivých zdrojů rostlinných bílkovin v každé porci jídla již není považované za nutnost (Rogerson, 2017).

Jednou z možností nejen ve sportovní výživě je proteinová suplementace. Na trhu se vyskytuje celá řada proteinových přípravků od sójových, hrachových, rýžových, konopných až po jejich kombinace (Rogerson, 2017). Sójový protein se řadí mezi tzv. „rychlé“ proteiny. To znamená, že je rychle stravitelný a AK v něm obsažené rychle putují do krevního řečiště. I přes rychlou vstřebatelnost sójový protein nestimuluje MPS v takové míře jako protein syrovátkový. To může být následkem nižšího obsahu leucinu v sójovém proteinu (Lynch a kol., 2018).

Neméně důležitá je také role anti-nutričních faktorů a hodnocení kvality bílkovin. To je jedním z dalších rozdílů mezi bílkovinami z rostlinných a živočišných zdrojů. V rostlinných zdrojích potravy se vyskytuje velké množství anti-nutričních látek, mezi které se řadí glukosinoláty, trypsinové inhibitory, hemaglutininy, taniny, fytáty a gossypoly. Vytvořit se mohou také tepelným nebo alkalickým procesem v živočišných a rostlinných proteinových zdrojích. Anti-nutriční faktory snižují různými mechanismy stravitelnost bílkovin. Jsou hojně zastoupeny v obilovinách, luštěninách i sójových

bobech. Dopad anti-nutričních faktorů může být snížen pomocí kvašení, klíčení nebo namáčení již zmíněných potravin (Lynch a kol., 2018)

Ke zhodnocení kvality bílkovin slouží několik metod. AAS (amino acid score) se zaměřuje především na esenciální AK a porovnává jejich jednotlivé zastoupení v proteinovém zdroji s ideálním proteinem nebo referenčním proteinem. AK, která má v daném zdroji nejmenší zastoupení, určuje aminokyselinové skóre a tím i výživovou hodnotu bílkoviny (Roubík a kol., 2018). PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) metoda nezohledňuje anti-nutriční faktory, na druhou stranu je ale stanovena na lidech a zohledňuje stravitelnost a vstřebatelnost bílkovin. V budoucnu by tuto metodu měla nahradit metoda DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), která mimo AK spektrum a využitelnost bílkovin zohledňuje také přítomnost anti-nutričních faktorů (Rogerson, 2017; Lynch a kol., 2018; Roubík a kol., 2018). Rostlinné zdroje bílkovin mají obvykle nižší aminokyselinové skóre a nižší kvalitu než živočišné bílkoviny. Proto se veganům doporučuje vyšší příjem bílkovin nad 1 g/ kg /den u nesportovců. Sportovci konzumující veganskou stravu by měli denně konzumovat 1,4 až 2,0 g bílkovin/ kg. Během restrikce hmotnosti je uváděno doporučení příjmu bílkovin od 1,8–2,7 g/ kg, které kompenzuje stravitelnost a nízkou biodisponibilitu rostlinných zdrojů (Rogerson, 2017). Lynch a kol. (2018) ve své práci uvádí doporučení pro vegany 0,8 g bílkovin/ kg/ den na splnění minimální potřeby, ale pro optimalizaci zdraví doporučuje příjem bílkovin 1,2–1,6 g/ kg/ den. Pojem definice „optimalizace zdraví“ se může lišit v závislosti na cílech jedince, je možno si pod ní představit např. prevenci chronických onemocnění, udržení svalové hmoty jako prevence sarkopenie ve stáří, maximalizaci MPS v rámci tréninkových a výkonnostních cílů. Lynch a kol. (2018) ve své práci zmiňuje doporučení pro veganské sportovce konzumovat 1,2–1,7 g bílkovin/ kg /den a v průběhu energetické restrikce příjem bílkovin navýšit až na 2 g/ kg.

2.4.2.2 Sacharidy

Vegani konzumují většinu své energie ze sacharidů (Barr a Rideout, 2004; Venderley a Campbell, 2006). Veganská strava je ve srovnání s ne-veganskou z velkého množství složena z komplexních sacharidů, vlákniny, ovoce, zeleniny, antioxidantů a fytochemikálií. Vysoký obsah mikronutrientů a fytolátek ve stravě je jedním z benefitů rostlinné stravy. Nevýhoda může nastávat u sportovců, jejichž strava vyžaduje vyšší zastoupení sacharidů než u běžné populace, aby splnili své tréninkové nároky a podpořili svůj výkon. Na základě zaměření, cílů a pohlaví sportovce se tato hodnota pohybuje od 4

do 12 g sacharidů/ kg/ den (Rogerson, 2017). EFSA (2010a) uvádí doporučení pro běžnou populaci konzumovat 45–60 % sacharidů z celkového energetického příjmu. Pro veganské a zejména vytrvalostní sportovce nemusí být vůbec snadné dosáhnout této hodnoty, kvůli již výše zmíněnému brzkému nasycení díky např. vláknině (Rogerson, 2017). Pro zajištění dostatečného příjmu sacharidů Rogerson (2017) ve své práci doporučuje konzumaci sacharidových zdrojů s nižším zastoupením vlákniny, např. rýže, těstovin, nudlí nebo pohanky, a snížit množství vlákniny v zelenině a ovoci odstraněním slupek.

2.4.2.3 Tuky

Omega 3 i omega 6 jsou esenciálními látkami a musejí být přijímány v potravě. Veganská strava je obecně chudá na příjem celkového a nasyceného tuku, na druhou stranu je bohatá na příjem omega 6 masných kyselin. Složení mastných kyselin přijímaných ze stravy má vliv na zdraví jedince, proto by se měla věnovat pozornost nejen množství, ale i kvalitě přijímaného tuku. Zjistilo se, že nízký příjem tuků by mohl negativně ovlivňovat hladinu pohlavních hormonů u mužů. I přesto ale důkazy naznačují, že muži konzumující veganskou stravu nemají statisticky nižší hladiny androgenů ve srovnání s muži konzumující smíšenou stravu. (Rogerson, 2017).

Podle EFSA (2010b) by se příjem tuků měl pohybovat mezi 20–35 % energetického příjmu.

ALA, EPA, DHA

Omega 3 i omega 6 jsou esenciálními látkami. Vegetariáni a vegani konzumují podobné množství kyseliny alfa-linoleové (ALA) jako ne-vegetariáni, ale méně kyseliny eikosapentaenové (EPA) a kyseliny dokosahexaenové (DHA), ty konktrétně u veganů obvykle chybí. Tím je i hladina EPA a DHA v krvi u veganů nižší než u omnivorů. Omega 3 mastné kyseliny jsou důležité pro rozvoj a fungování mozku, sítnice a buněčných membrán (Melina a kol., 2016). Také jsou tyto látky důležité pro normální růst a vývoj, ovlivňují zdraví kardiovaskulární soustavy, mohou působit protizánětlivě, zlepšovat pozátěžový bronchospasmus a imunitu. Pro sportovce může být zajímavé, že omega 3 mohou zvyšovat produkci oxidu dusnatého a zlepšovat variabilitu srdeční frekvence (Rogerson, 2017).

Rogerson (2017) ve své práci zmiňuje doporučení omezení konzumace LA (omega 6 mastných kyselin), která se nachází ve např. ve slunečnicovém nebo kukuřičném oleji. Dále doporučení konzumace maximálně 10 % energie ze zánětlivých omega 6 mastných kyselin. Vysoký příjem kyseliny linolové (LA) může snižovat přeměnu ALA na EPA a DHA. Aby byla zajištěna optimální konverze, byl navržen poměr příjmu LA: ALA nepřesahující 4:1. Doporučený denní příjem pro ALA je 1,6 g/ den pro muže a 1,1 g/ den pro ženy (Melina a kol., 2016). EFSA (2010b) uvádí doporučení pro běžnou populaci konzumovat ALA v 0,5 % a LA ve 4 % z celkového denního energetického příjmu.

Přeměna ALA není ovlivněna jen příjmem LA, ale také pohlavím, stavbou jídelníčku, zdravotním stavem a věkem (Melina a kol., 2016). Účinnost přeměny ALA na EPA je u lidí asi 8%, při přeměně na DHA je to přibližně 0,5% účinnost. Z toho vyplývá, že člověk má malou schopnost přeměňovat ALA na DHA (Rogerson, 2017). Proto by pro vegetariány a vegany bylo vhodné konzumovat v dodatečném množství co nejkoncentrovanější rostlinné zdroje omega 3 mastných kyselin, kterými jsou semena (lněné, chia, konopné), vlašské ořechy a jejich oleje. Konzumace ALA v dostatečném množství by měla být adekvátní k udržení stabilních hladin EPA a DHA po mnoho let (Melina a kol., 2016). Další možností jsou doplňky stravy s obsahem omega 3 mastných kyselin. Ukázalo se, že suplementace ALA sice zvyšuje hladinu EPA v krvi, ale hladina DHA zůstává nezměněná. Jako řešení, zejména pro vegetariány a vegany, by mohla být suplementace oleje z mikrořas. Tento olej obsahuje velké množství DHA i EPA a zvyšuje v krvi hladinu obou těchto kyselin. Kombinace rostlinných zdrojů omega 3 se suplementací oleje z mikrořas by mohla optimalizovat příjem omega 3 mastných kyselin a tím eventuálně zlepšit zdraví a výkon sportovců konzumující vegetariánskou nebo veganskou stravu (Rogerson, 2017). Rogerson (2017) doporučuje sportovcům konzumovat 1–2 g kombinace EPA a DHA v poměru 2:1, pro dosažení 500–1000 mg DHA denně doporučuje konzumovat 1–2 g oleje z mikrořas. EFSA (2010b) uvádí doporučení běžné populaci konzumovat 250 mg/ den kombinace EPA a DHA.

2.4.3 Mikronutrienty

Pro optimalizace zdraví a sportovního výkonu je nezbytné dosáhnout optimálního příjmu mikroživin ze stravy. U vegetariánského a zejména u veganského typu stravování je důležité věnovat pozornost vitamínu B12, železu, zinku, vápníku, jódu a vitamínu D a zajistit jejich dostatečný přísun ve stravě. Při nevhodně nastaveném vegetariánském a

veganském jídelníčku může docházet k deficienci těchto látek a následným zdravotním problémům a zhoršení výkonu (Rogerson, 2017).

2.4.3.1 Vitamín B12

Vegetariáni, kteří nekonzumují žádné živočišné zdroje potravy (tedy vegani) a nedoplňují vitamín B12 pravděpodobně, mohou trpět jeho deficiencí. Rostlinná strava totiž neobsahuje zdroje vitamínu B12. Vegetariánům stačí zkonzumovat jedno vejce a sklenici mléka denně a splní dvě třetiny doporučené denní dávky pro vitamín B12 (Melina a kol., 2016). Vegani jsou na tom podstatně hůře. V některých rostlinných potravinách, jako je tempeh, lahůdkové droždí, spirulina nebo chlorela, se vyskytuje vitamín B12 (Key a kol., 2002; Melina a kol., 2016), jde ale o analogy vitamínu B12, které jsou buď neaktivní nebo mohou působit antagonisticky proti „pravému“ vitamínu B12 (Key a kol., 2002). Vitamín B12 je syntetizován anaerobními mikroorganismy, které se vyskytují v živočiších, a proto se v rostlinných zdrojích potravy nevyskytuje (Fuhrman a Ferreri, 2010; Rogerson, 2017).

Vitamín B12 je nezbytný pro normální funkci nervového systému, metabolismus homocysteinu a DNA syntézy (Fuhrman a Ferreri, 2010; Rogerson, 2017). Jeho nedostatečný příjem může vést k morfologickým změnám v krevních buňkách, rozvoji megaloblastické anémie a neuropatie (Rogerson, 2017). Anémie obecně vedou ke sníženému transportu kyslíku a tím i ke snížení výkonnosti (Barr and Rideout, 2004), což může být nežádoucí zejména u sportovců. Při dlouhodobém nedostatku vitamínu B12 může docházet k nevratnému neurologickému poškození (Fuhrman a Ferreri, 2010; Rogerson, 2017).

Vegetariánům a zejména veganům se proto doporučuje konzumace potravin obohacených o vitamín B12 nebo suplementace tohoto vitamínu. Existují čtyři formy vitamínu B12: kyanokobalamin, metylkobalamin, adenosylkobalamin a hydroxokobalamin. Kyanokobalamin je velmi stabilní a nejčastěji se využívá na suplementaci a obohacení potravin. Metylkobalamin a adenosylkobalamin jsou formy, které tělo využívá ve svých enzymatických reakcích, využívají se rovněž jako doplňky stravy, ale mají nižší účinnost než kyanokobalamin. Poslední formou je hydroxokobalamin, který se využívá pro injekční formu suplementace vitamínu B12 (Melina a kol., 2016).

Rogerson (2017) ve své práci uvádí doporučení suplementace vitamínu B12 2,4 μg/ den. Vegané by měli přijímat až 6 μg/ den (Fuhrman and Ferreri, 2010; Rogerson, 2017). EFSA (2015a) doporučuje běžné populaci příjem 4 μg vitamínu B12/ den. Ale stejně jako

u omega 3 a dalších látek má tělo omezenou schopnost vstřebat vitamín B12 perorálně a při suplementaci 500 μg tělo absorbuje přibližně pouze 10 μg (Rogerson, 2017).

2.4.3.2 Železo

Příjem železa u vegetariánů bývá stejný nebo mírně vyšší než u omnivorů, biodisponibilita železa z rostlinný zdrojů je ale značně omezená. Proto, i přes vyšší příjem, mívají vegetariáni a vegané nižší hladinu železa v těle. Železo se vyskytuje ve dvou formách: hemové a ne-hemové. Hemové železo se vyskytuje v živočišných zdrojích potravy a má vyšší vstřebatelnost. Ne-hemové železo se vyskytuje v živočišných i rostlinných zdrojích potravy a má nižší vstřebatelnost. Z výše uvedeného vyplývá, že rostlinná strava poskytuje přísun pouze ne-hemového železa (Key a kol., 2002; Barr a Rideout, 2004; Fuhrman a Ferreri, 2010; Melina, 2016; Rogerson, 2017). Tato vstřebatelnost závisí na inhibitorech a látkách, které pomáhají železo vstřebat. Látky jako jsou například taniny, které najdeme v čaji, kávě a kakau, a fytáty, které jsou obsaženy v luštěninách a celozrnných potravinách, působí jako inhibitory a snižují množství vstřebaného železa. Na druhou stranu karotenoidy a vitamín C zvyšují absorpci přijatého železa. (Barr a Rideout, 2004; Fuhrman a Ferreri, 2010, Melina a kol., 2016; Rogerson, 2017). Vstřebatelnost železa z rostlinný zdrojů se podle Meliny a kol. (2016) může pohybovat od 1–23 % a může záviset i na hladině ferritinu (zásobní forma železa v buňkách). Při nízké hladině ferritinu by mohla mít strava větší vliv na absorpci železa a být až 10 x vyšší u lidí s nedostatkem železa než u těch s plnými zásobami. Tělo je schopno regulovat absorpci železa na základě množství minerálů v krvi. Nízká hladina železa vede k adaptacím ve střevech a ty zvyšují absorpci nebo snižují jeho sekreci pro udržení hladin železa. To odpovídá i faktu, že vegetariáni a vegané často neprojevují známky zhoršeného zdraví vlivem nízkých hladin železa (Rogerson, 2017).

I přes nízkou hladinu železa v krvi, vegetariáni nemusí trpět anémií z nedostatku železa (sideropenická anémie). Výskyt sideropenické anémie je u vegetariánů a omnivorů podobný (Barr and Rideout, 2004). Sideropenická anémie vzniká vlivem nedostatečného příjmu železa nebo jeho nedostatečnou absorpcí, způsobuje snížení množství červených krvinek nebo hemoglobinu. Typickými projevy jsou únava, slabost, dušnost a snížená schopnost cvičit. Nedostatek železa bez příznaků anémie snižuje vytrvalostní výkon, zhoršuje adaptaci na vytrvalostní trénink a zvyšuje energetické nároky zejména u žen, které vyčerpají své zásoby železa (Rogerson, 2017). Hlavně sportovci mohou být tedy ohroženi deficiencí železa v důsledku ztrát během cvičení. Sportovci konzumující

rostlinnou stravu by měli kontrolovat svůj příjem železa a konzumovat potraviny bohaté na železo. Mezi hlavní zdroje železa se řadí špenát, chřest, brokolice, tofu, čočka, dýňová semínka, sezamová semínka a sója. Suplementace železa není potřebná mimo případy s velmi nízkými hladinami ferritinu, anémií nebo u žen, které trpí silným krvácením během menstruace. Naopak vysoké zásoby železa mohou být rizikovým faktorem pro rozvoj KVO, rakoviny nebo pro sníženou kardiovaskulární zdatnost (Fuhrman a Ferreri, 2010).

Nízká hladina železa se vyskytuje častěji u žen vegeteriánek než u mužů vegetariánů a častěji se u nich projevuje i sideropenická anémie. Muži vegetariáni mívají hodnoty srovnatelné s omnivory a případná nízká hladina železa má na ně menší dopad (Rogerson, 2017). Proto se doporučení pro denní příjem železa u mužů a žen liší. Na základě snížené vstřebatelnosti železa z rostlinných zdrojů bylo uváděno doporučení o zvýšení denního příjmu železa pro vegetariány až o 80 % (Barr and Rideout, 2004; Melina a kol., 2016; Rogerson, 2017). Toto doporučení bylo vyvráceno, protože, jak už bylo zmíněno výše, vysoká hladina železa může být rizikovým faktorem pro řadu onemocnění a také může ovlivnit biodisponibilidu dalších minerálů (Rogerson, 2017). EFSA (2015b) uvádí doporučení pro běžnou populaci – pro dospělé muže 11 mg/ den, pro ženy před menopauzou 16 mg/den a po menopauze 11 mg/den.

2.4.3.3 Zinek

Zinek je složkou enzymů, které souvisejí se stabilizací DNA a genovou expresí, je nezbytný pro imunitní funkce a je důležitý pro buněčný růst, opravu a metabolismus bílkovin (Fuhrman a Ferreri, 2010; Rogerson, 2017). Vegetariáni mají přibližně stejný nebo o něco vyšší příjem zinku ze stravy než ne-vegetariáni a hladinu zinku v těle mají nižší, ale stále v normálním rozmezí (Melina a kol., 2016). Stejně jako u železa se ukázalo, že tělo je schopno se na nízký příjem zinku adaptovat a snížit jeho ztráty nebo zvýšit vstřebávání, aby si udrželo stálou rovnováhu (Rogerson, 2017). Stejně tak je zinek obsažen v mnoha rostlinných zdrojích potravy, ale jeho vstřebatelnost je omezena celou řadou látek. Rostlinné zdroje zinku jako jsou luštěniny, celozrnné potraviny, ořechy, semena a sójové produkty obsahují také například fytáty, které snižují vstřebatelnost zinku. Dále je dostupnost zinku snížena suplementací kyselinou listovou, železa, vápníku, mědi a hořčíku. Naopak příjem bílkovin může absorpci zinku zvýšit (Fuhrman a Ferreri, 2010; Rogerson, 2017). Pomocí vhodně zvolené úpravy potravin je možné hladinu fytátu v potravinách snížit. Například namáčení, kvašení a klíčení může snížit obsah fytátů a tím

zvýšit biologickou dostupnost živin (Melina a kol., 2016; Rogerson, 2017). Na základě nízké biologické dostupnosti se u veganů odhadl požadavek na zinek o 50 % vyšší než u běžné populace, což by znamenalo 16,5 mg zinku/ den pro muže a 12 mg zinku na den pro ženy (Fuhrman a Ferreri, 2010; Rogerson, 2017). EFSA (2014a) uvádí doporučení pro běžnou populaci pro konzumaci zinku na základě množství konzumovaných fytátů. Při konzumaci 300 mg fytátů/ den doporučuje mužům příjem 9,4 mg zinku/ den a ženám 7,5 mg zinku/ den. Pro příjem 600 mg fytátu denně doporučuje mužům příjem 11,7 mg zinku/ den a ženám 9,3 mg zinku/ den. Při příjmu 900 mg fytátů denně doporučuje mužům příjem 14 mg zinku/ den a ženám 11 mg zinku/ den. A při příjmu 1200 mg fytátů/ den doporučují mužům příjem 16,3 mg zinku/ den a ženám 12,7 mg zinku/ den.

2.4.3.4 Vápník

Vegané přijímají méně vápníku než omnivoři a ostatní vegetariáni (Melina a kol., 2016; Rogerson, 2017). Vápník je nezbytný pro zdravý vývoj kostí a jeho dostatečný příjem je důležitý hlavně u dětí a dospívajících, jejichž nároky na vápník jsou v tomto období vyšší. Vápník je také důležitý pro stimulaci svalů, metabolismus vitamínu D, srážení krve, nervový přenos a zdraví kostí. Dostatečný příjem vápníku je klíčový také pro sportovce na veganské stravě, kdy během cvičení dochází ke ztrátám vápníků vlivem pocení a pro udržení správné funkce svalů a zdraví kostí musí být tato snížená hladina doplněna. Nízkým příjmem vegané riskují zvýšené riziko fraktur (Rogerson, 2017).

Zdá se, že tělo je schopno regulovat hladinu vápníku při jeho nedostatečném příjmu stejně jako u ostatních minerálů. Při nízkém příjmu vápníku ve stravě a dostatečném obsahu vitamínu D je tělo schopno vstřebat zvýšené procento vápníku. Také bílkoviny mohou v některých případech pracovat synergicky s vápníkem, zvyšovat jeho vstřebatelnost a také zlepšovat metabolismus kostí (Rogerson, 2017). Velkou roli ve vstřebatelnosti vápníku hrají zejména oxaláty, které jsou obsaženy v jeho rostlinných zdrojích. Čím vyšší obsah oxalátů v potravině, tím nižší je vstřebatelnost vápníku. Nejnižší 5% vstřebatelnost je u špenátu a řepy. Dalšími zdroji vápníku jsou mandle, bílé fazole, fíky, pomeranče a tahini, jejich biologická dostupnost je cca 20 % (Melina a kol., 2016). U zeleniny s nízkým obsahem oxalátů jako je kapusta, čínské zelí a tuřín se vstřebatelnost blíží 50 % (Fuhrman a Ferreri, 2010; Melina a kol., 2016). Další možností je využít potraviny obohacené o vápník například rostlinná mléka a tofu, ty mají vstřebatelnost podobnou kravskému mléku a pohybuje se kolem 30 %. Existuje několik forem vápníku, které se využívají k obohacení potravin, např. citrát vápenatý, jehož vstřebatelnost je nejméně 36 %, ostatní

formy se pohybují kolem 30 % (Melina a kol., 2016). Furman a Ferreri (2010) doporučují zejména sportovcům konzumaci semínek, ty jsou bohaté na energii, bílkoviny a minerály a tím napomáhají naplnit zvýšené potřeby sportovců.

Doporučení pro příjem vápníku je 1000 mg/ den, toto doporučení se neliší při aplikaci na sportovce, běžnou populaci nebo vegany (Rogerson, 2017). EFSA (2015c) uvádí doporučení pro běžnou dospělou populaci do 24 let přijmou 1000 mg vápníku za den. Pro osoby od 25 let doporučuje příjem 950 mg vápníku za den.

2.4.3.5 Jód

Jód je důležitý pro správnou funkci štítné žlázy, metabolismus a pro fyzický a duševní růst. Při vysokém nebo naopak velmi nízkém příjmu jódu může docházet k dysfunkci štítné žlázy (Rogerson, 2017). Příjem jódu u dospělé osoby by neměl přesáhnout hranici 1100 mg/ den (Melina a kol., 2016). Při nadměrném příjmu jódu může docházet ke zvýšené hladině tyreotropního hormonu a ta se může projevit jodem-indukovanou hypertyreozou nebo hypotyreózou (Rogerson, 2017). Fuhrman a Ferreri (2010) uvádějí, že 80 % veganů, 25 % vegetariánů a 9 % omnivorů měli dle výzkumu jódovou deficienci. Rogerson (2017) uvádí, že příjem jódu u veganů může být i nízký i příliš vysoký na základě preferencích v jídelníčku.

Obsah jódu ve stravě je závislý na obsahu jódu v půdě, způsobu pěstování a na období, kdy je potravina pěstována. Zelí, květák a tuřín obsahují goitrogeny (Rogerson, 2017), stejně tak jsou tyto látky obsaženy i v sójových bobech nebo sladkých bramborách (Melina a kol., 2016). Goitrogeny snižují využití jódu a při jejich vysoké konzumaci mohou mít negativní vliv na funkci štítné žlázy. Účinek goitrogenů může být eliminován pomocí vaření. Vegani konzumující tzn. raw food (česky syrovou stravu) by si na tyto potraviny měli dát zvlášť pozor (Rogerson, 2017). Pokud ale lidé přijímají dostatek jódu, konzumace těchto potravin by se neměla mít vliv na funkci štítné žlázy, jód totiž snižuje účinky goitrogenů (Melina a kol., 2016). Ideálním zdrojem jódu pro vegany jsou mořské řasy (Fuhrman a Ferreri, 2010; Melina a kol., 2016; Rogerson, 2017), jodizovaná sůl, brambory nebo brusinky (Rogerson, 2017).

Doporučený denní příjem jódu je 150 μg/ den (Rogerson, 2017), stejné doporučení uvádí i EFSA (2014b), která navíc uvádí maximální denní příjem, který by neměl představovat zdravotní riziko, a to 600 μg/ den pro dospělou osobu.

2.4.3.6 Vitamín D

Vitamín D se řadí mezi vitamíny rozpustné v tucích, napomáhá vstřebávání vápníku a účastní se mnoha fyziologických procesů. Vitamín D je syntetizován v kůži při vystavení se slunečnímu svitu (Rogerson, 2017). Úroveň této syntézy vitamínu D závisí na denní době, období, zeměpisné šířce, znečistění ovzduší, pigmentace kůže, stáří a používání opalovacích krémů (Melina a kol., 2016). Lidé s tmavší barvou pleti, senioři nebo lidé zahalující své tělo nebo často používající opalovací krém mohou riskovat deficit vitamínu D (Craig, 2009). Deficit vitamínu D se vyskytuje také u veganů, kteří se dostatečně nevystavují slunečnímu záření (Rogerson, 2017). Craig (2009) zmiňuje studii EPIC-Oxford, ve které zjistili, že vegané přijímali pouze čtvrtinu průměrného příjmu vitamínu D omnivorů.

Mimo sluneční záření může být vitamín D přijímán z potravy. Vitamín D se ve stravě vyskytuje ve dvou formách. První formou je cholekalciferol (D3), který je živočišného původu a disponuje vyšší vstřebatelností. Ergokalciferol (D2) je druhá forma a má rostlinný původ (Rogerson, 2017). Melina a kol. (2016) uvádí, že při nízkých dávkách by mohla být vstřebatelnost vitamínů D2 a D3 stejná, při vyšších dávkách vitamínu D2 se jeho vstřebatelnost snižuje.

Vhledem k tomu, že vitamín D napomáhá vstřebávání vápníku a vápník je nezbytný pro svalovou kontrakci, jeho deficit může mít negativní účinek na výkon, svalovou sílu a spotřebu kyslíku. Doplnění vitamínu D, při jeho nedostatku, může zlepšit výkon sportovce. Dostatečný příjem vitamínu D a jeho případná suplementace je nezbytná pro všechny sportovce bez ohledu na typ stravování. Suplementace vitamínu D v kombinaci s vitamínem K1 nebo K2 může podpořit regeneraci sportovců (Rogerson, 2017).

Zdroji vitamínu D pro vegany jsou potraviny, které jsou o tento vitamín obohaceny, např. cereálie, margaríny, ovocné šťávy. Také houby ošetřené UV zářením mohou být vhodným zdrojem vitamínu D (Melina a kol., 2016). Poslední možností je také vitamín D suplementovat. V dnešní době je k dispozici rostlinná verze vitamínu D z lišejníku, která může být vhodnou alternativou pro vegany, a která je svým obsahem ekvivalentní k živočišné verzi (Rogerson, 2017).

EFSA (2016) uvádí doporučení o příjmu vitamínu D 15 μg/den, maximální doporučený příjem bez vedlejších nepříznivých zdravotních účinků je 100 μg/den.

2.5 Shrnutí teoretické části

Vegetariáni přijímají velké množství ovoce a zeleniny, luštěnin, celozrnných potravin, ořechů a semínek. Díky nízké energetické denzitě přijímaných potravin vegetariáni často přijímají méně energie než omnivoři. Následkem této stravy mají vegetariáni často např. nižší hodnoty BMI, nižší krevní tlak, lepší lipidový profil a hodnoty glukózy. Tím se pro vegetariány mohou snižovat rizika vzniku obezity, diabetu II. typu, kardiovaskulárních onemocnění nebo rakoviny.

Vegetariánsky se stravuje i celá řada sportovců a podle nynějších studií by tato strava neměla negativně ovlivnit vytrvalostní ani silový výkon těchto sportovců. Obzvlášť vytrvalostní sportovci na rostlinné stravě mohou benefitovat z nižších hodnot BMI, která je opakovaně prokázána ve srovnání s omnivory. Na druhou stranu jen velmi málo studií potvrzuje pozitivní vliv na výkon.

Na druhou stravu může být vegetariánské a zejména veganské stravování rizikové, protože přijímání a vstřebání některých živin je z rostlinné stravy komplikované, omezené a v některých případech i nemožné. Proto by vegetariáni a vegani měli mít svůj jídelníček vhodně nastavený a vyvážený, aby netrpěli deficiencí některých minerálů a vitamínů a nedošlo u nich k rozvoji různých typů onemocnění např. anémie, osteoporózy nebo poruchám metabolismu. Roubík a kol. (2018) ve své knize uvádějí: *„Zdravá je vyvážená vegetariánská strava tak, jako je zdravá vyvážená normální strava, akorát vegetariáni mají složitější svoji stravu vyvážit*“.

3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je zjistit, jaký může mít dopad přechod sportovce na veganské stravování. Zdali a jakým způsobem ovlivní jeho klidový metabolismus, složení těla a silové a vytrvalostní schopnosti.

Prvním dílčím cílem je stručně charakterizovat vegetariánské stravování a zmínit jeho možný vliv na incidenci nebo léčbu různých typů onemocnění. Dále uvést efekt vegetariánského stravováni na sportovní výkon a jeho vliv na silové a vytrvalostní schopnosti. V poslední řadě zmínit limitace vegetariánského stravování a možné limitující živiny této stravy, včetně doporučení pro jejich řešení.

3.2 Výzkumné otázky

VO1: Jak se změní tělesné složení po přechodu na veganskou stravu?

VO2: Jaký vliv bude mít 13týdenní přechod na veganské stravování na klidový metabolismus?

VO3: Jaký vliv bude mít 13týdenní přechod na veganské stravování na silové schopnosti sportovce?

VO4: Jaký vliv bude mít 13tydenní přechod na veganské stravování na vytrvalostní schopnosti sportovce?

4 METODIKA

4.1 Výzkumné metody

Typ této výzkumné práce je případová studie neboli kazuistika. Případová studie se zabývá intenzivním studiem jednoho nebo menšího množství případů více do hloubky – v mém případě jednoho člověka. Považuje se za metodu kvalitativního výzkumu a její výsledky jsou sice podrobné, ale není možné je zobecnit na obyvatelstvo. (Olecká a Ivanová, 2010)

4.2 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumu se účastnili dva sportovci se zaměřením na odporový trénink. Jeden z nich byl kontrolní skupinou (dále proband B) a jeho anamnézu zde neuvádím, protože tato práce se jím nezabývá. Druhý proband (A) se začátkem studie přešel na 13týdenní veganské stravování. Oba probandi se do výzkumu dobrovolně přihlásili.

4.2.1 Vstupní osobní anamnéza

Proband A, student vysoké školy.

Pohlaví: muž

Datum narození: 12.1.1997

Výška: 187 cm

Váha: 88,4 kg

Proband nemá žádná prodělaná ani nynější vážná onemocnění ani operace, žádné zdravotní problémy se nevyskytují ani v rodině. Nebere žádné léky. Netrpí žádnými alergiemi ani intolerancemi. Nemá žádné závislosti.

4.2.2 Vstupní stravovací anamnéza

Proband se před začátkem výzkumu stravoval omnivorsky. Nevylučoval cíleně žádné potraviny z jídelníčku. Pravidelně suplementoval každý den před spaním magnézium. Z doplňků stravy dále užíval syrovátkový protein po tréninku. Jídelní záznam z období před výzkumem je obsažen v příloze pod číslem 6.

4.2.3 Vstupní pohybová anamnéza

Obecně se sportu věnoval od malička. V dětství si prošel basketbalem, volejbalem, biatlonem a běhy na dlouhé tratě. Na střední škole se začal věnovat kalistenice, které se věnuje dodnes v kombinaci se silovým tréninkem.

Před začátkem výzkumu proband obvykle absolvoval 3 až 4 tréninkové jednotky v posilovně týdně. Jednalo se o tréninky se zaměřením na zlepšení silových schopností v délce do 90 minut. Dále proband 1x týdně absolvoval běh dlouhý přibližně 5 km. Během výzkumu pohybová aktivita zůstala ve stejném režimu jako před jejím začátkem.

4.3 Použité metody

Všechny metody uvedené v následujícím textu byly využity 3x během celého 13týdeního období – při vstupním měření, jednom průběžném měření a při výstupním měření. Měření vždy probíhalo ve stejné časové posloupnosti.

4.3.1 Analýza tělesného složení

K analýze tělesného složení byla využita bioelektrická impedance.

Probandi byli měření pouze ve spodním prádle, vždy minimálně 4 hodiny po snídani a dostatečně hydratováni.

Bioelektrická impedance

Přístroj měří hmotnost, množství svalové hmoty, množství a procento tělesného tuku a vodu v těle na základě odporu těla vůči nízkému střídavému proudu, který klade každá složka těla jiný. Následně vypočítá na základě váhy a výšky i hodnotu BMI. Měření proběhlo konkrétně na přístroji InBody 770.

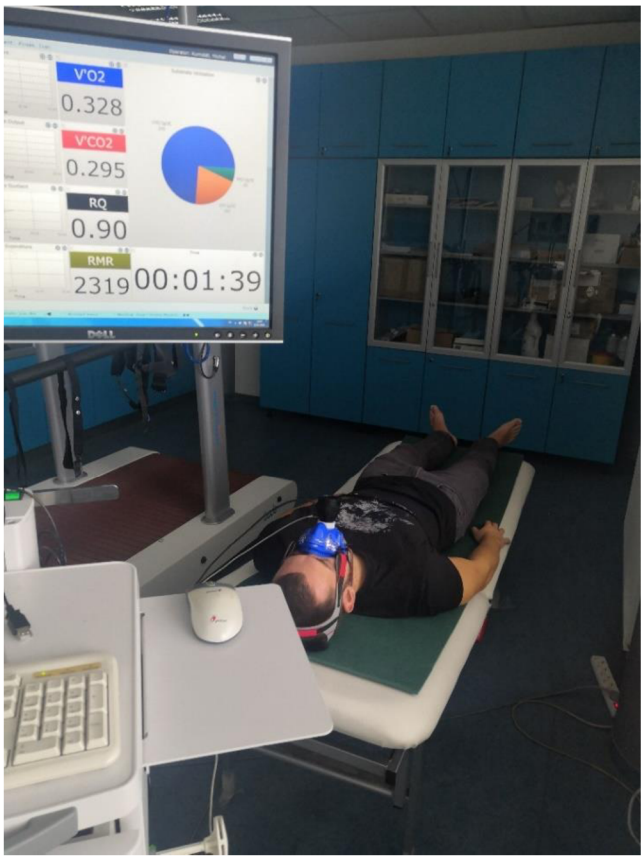
Inbody 770

Konkrétně šlo o přístroj InBody 770. InBody měří tělo jako 5 jednotlivých válců (4 končetiny + trup), tato metoda se nazývá přímá segmentová bioelektrická impedance. Také využívá k analýze množství intracelulární a extracelulární tekutiny multifrekvenční technologii, která prostupuje skrz membránu buněk. Konkrétně InBody 770 zajišťuje nevyšší přesnost výsledků díky využití více frekvencí (5, 50, 250, 500 a 1000 kHz). InBody 770 také využívá 8bodový dotykový systém s palcovou elektrodou (Biospace, 2020).

4.3.2 Měření klidového energetického výdeje

Měření klidového energetického výdeje proběhlo pomocí nepřímé kalorimetrie na přístroji Cortex Metalyzer 3B.

Probandi byli měřeni minimálně 4 hodiny po snídani, která byla vždy na bázi sacharidů a s nízkým zastoupení bílkovin a tuků. Den před měřením neabsolvovali žádný trénink, aby byla zajištěna přesnost výsledků. Při měření probandi nehybně leželi s dýchací maskou a v laboratoři bylo zajištěno naprosté ticho a klid (viz Obrázek 1). Délka trvání testu byla do 20 minut.



Obrázek 1: Proband B při nepřímé kalorimetrii

Nepřímá kalorimetrie

Nepřímá kalorimetrie mimo jiné měří klidový energetický výdej (RMR), respirační kvocient (RQ) a tím oxidaci jednotlivých živin na základě spotřeby kyslíku (VO_2) a množství vydechovaného oxidu uhličitého (VCO_2).

RMR (z angl. Resting Metabolic Rate) neboli klidový energetický výdej je výdej nebo spotřeba energie, kterou má člověk v naprostém klidu.

RQ (z angl. Respiratory Quotient) neboli respirační kvocient je poměr mezi množstvím vydechnutého oxidu uhličitého a spotřebou kyslíku.

Cortex Metalyzer 3B

Přístroj slouží pro kompletní kardiopulmonální zátěžové testy. Přístroj také dokáže kompletně analyzovat plíce, srdce a metabolismus v klidu i při zátěži. Analyzuje dýchací plyny a měří srdeční frekvenci (Compek Medical Services, 2020).

4.3.3 Zátěžová diagnostika silových a vytrvalostních schopností

Pro diagnostiku silových a vytrvalostních schopností byly ve výzkumu použity 3 metody. Nejdříve probandi absolvovali ruční dynamometrii a Wingate test (viz Obrázek 2). Následně pak s odstupem přibližně 3-4 hodin běh na 5 km.

Ruční dynamometrie

Test proběhl ve stoji s volně spuštěnými horními končetinami. Měřila se maximální možná síla stisku ruky. Měření proběhlo 2x na každou ruku, lepší pokus se počítal jako výsledný. Výslednou naměřenou hodnotu dynamometr uvádí v kilogramech, ve výsledcích je také uvedena hodnota převedena na newtony.

Analogový dynamometr – výrobce Saehan

Hydraulika přístroje zajišťuje vysokou přesnost měření. Po maximálním stisku indikátor do resetování setrvá v naměřené pozici. Stupnice dynamometru je uvedena v kilogramech a měří od 0 do 90 kilogramů (Weve-Reha, 2020).

Wingate test

Wingate test je test anaerobních a silově-rychlostních schopností. Probíhá na bicyklovém ergometru, v případě mého výzkumu na kole Lode Excalibur Sport (viz Obrázek 2). Test začal 5 minut dlouhým zahřátím při šlapání na 70 otáček. Následoval maximální 30sekundový výkon. Wingate test stanovuje maximální výkon, čas do maximálního výkonu, minimální výkon, rychlost únavy, celkovou práci a další.

Rychlosti únavy vyjadřuje pokles výkonu mezi maximální a minimálním 5sekundovým výkonem v procentech.

Obrázek 2: Proband A před Wingate testem

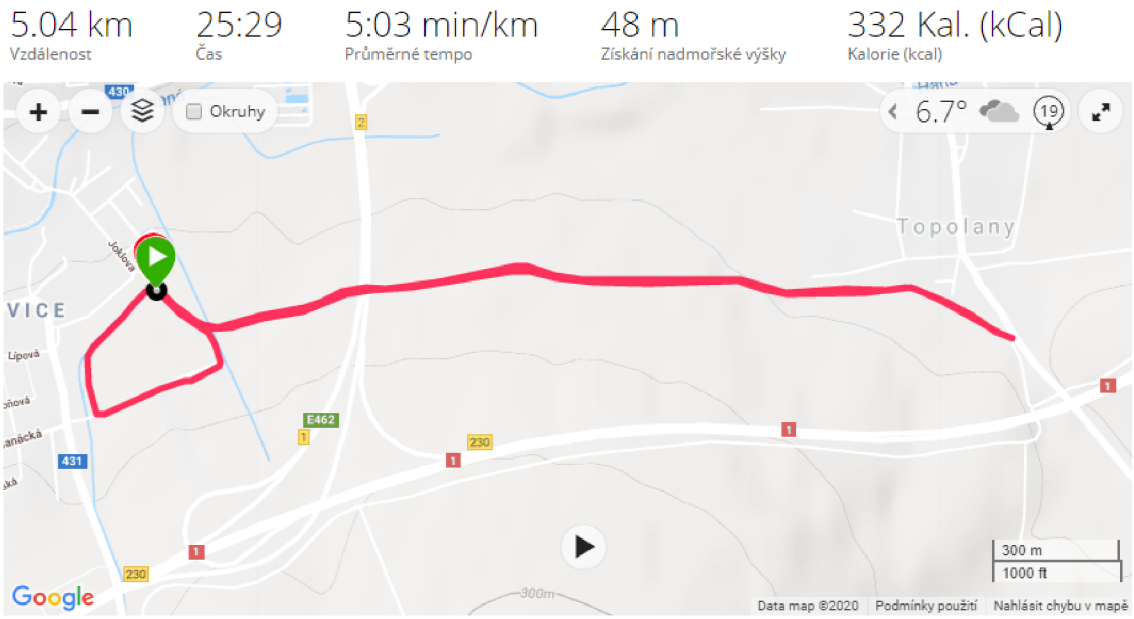
Ergometr Lode Excalibur Sport

Ergometr Lode Excalibur Sport je nově vyvinutý a vylepšený, zvládá zátěž až do 2500 Wattů. Také je možné ergometr doplnit o přístroj pro měření krevního tlaku a při použití pásu Polar a přijímače ergometr umožňuje provést zátěžový test kontrolující srdeční frekvenci. Ergometr je vybaven odporovým tenzometrem, který je schopen měřit sílu vyvinutou na pravý a levý pedál (Compek Medical Services, 2020).

Běh na 5 km

Poslední test byl test aerobní vytrvalosti. Tento test se konal přibližně 3-4 hodiny po testování v laboratoři. Probandi byli seznámeni s trasou již předem. Po zahřátí a rozcvičení běželi venku na cyklostezce 5 km dlouhou trasu s minimálním převýšením (viz Obrázek 3, čas uvedený na obrázku neodpovídá výslednému času). Čas byl měřen stopkami na mobilním telefonu.

Během výstupního měření běžel proband A s hodinkami Garmin, na kterých si měřil čas a zaznamenával trasu, snímek obrazovky tohoto záznamu je uvedený na Obrázku 3. Čas, který byl naměřen probandem A na hodinkách, není výsledným časem.



Obrázek 3: Snímek obrazovky po absolvování běhu probanda A z aplikace Garmin

4.3.4 Záznam jídelníčku

Probandi zaznamenávali své jídelníčky pomocí aplikace Kalorické tabulky. Oba probandi měli již zkušenosti se zadáváním jídelníčků do této aplikace. Zadávali potraviny pokud možno v syrovém stavu před jejich tepelnou úpravou. Následně byl tento záznam převeden do aplikace NutriData (https://nutridata.cz/), která nabízí širší informace o přijímaných živinách. Záznam proběhl 1x před začátkem studie (Záznam jídelníčku 1) a 2x v průběhu sledovaného období (Záznam jídelníčku 2 a 3).

Probandi měli za úkol udržovat stejný kalorický příjem a poměr makroživin během studie jako před jejím začátkem, aby docházelo k co nejmenším výkyvům a změnám, které by mohly následně ovlivnit výsledky výzkumu.

Aplikace Nutridata

Nutridata umožňují výběr potravin z validované databáze NutriPro. Tato databáze je stále rozšiřována. NutriData umožňují sledování energetického výdeje, makroživin, mikroživin a varují při odchýlení od doporučených denních dávek. Dále stanovují např. obsah transmastných kyselin a cholesterolu ve stravě (NutriPro, 2020).

4.4 Časový harmonogram výzkumu

Před prvním vstupním testováním probandi byli informováni o plánovaném průběhu výzkumu a nárocích, které na ně budou v rámci výzkumu kladeny. Probandi měli za úkol udržovat stejné návyky v průběhu výzkumu jako před jeho začátkem, zejména šlo o

pohybovou aktivitu a stravovací návyky. Dále měli za úkol zaznamenat svůj aktuální jídelníček před zahájením výzkumu (**Záznam jídelníčku 1**).

Vstupní měření proběhlo 15.11.2019 ve 12 hodin. Oba probandi při vstupním měření obdrželi informace pro účastníky výzkumu (viz Příloha č. 1) a podepsali informovaný souhlas účastníků výzkumu (viz Příloha č. 2), ve kterém souhlasili s účastí ve výzkumu a se způsobem zpracování osobních dat. Nejprve probandi absolvovali InBody test. Následovalo měření nepřímé kalorimetrie, poté ruční dynamometrie a Wingate test. Po obědě a asi 4 hodiny po testování v laboratoři běželi probandi 5km běh. Pořadí testů bylo při každém měření zachováno.

Od 16.11.2019 se již proband A stravoval vegansky.

Následovalo jedno **průběžné měření** 12.12.2019 opět ve 12 hodin a probíhalo za stejných podmínek jako vstupní měření.

Mezi průběžným a závěrečným měřením probandi 2x **zaznamenali** svůj **jídelníček (Záznam jídelníčku 2 a 3)**.

V původním plánu bylo také uskutečnit druhé průběžné měření v první polovině ledna 2020, ke kterému však nedošlo z důvodu nemoci probanda A a z časových důvodů.

Výstupní měření se uskutečnilo dne 13.2.2020 ve 12 hodin za stejných podmínek jako dvě předchozí měření jen s rozdílem, že se ho nezúčastnil proband B z důvodu nemoci.

Po výstupním měření již probíhalo zpracování a analýza dat.

Pro vetší přehlednost je k dispozici harmonogram výzkumu včetně konkrétních dnů na Obrázku 4.

Obrázek 4: Harmonogram výzkumu

4.5 Analýza dat

Práce obsahuje několik testů, které sledovaly velké množství proměnných.

Pomocí InBody testu se měřila:

- hmotnost
- celková tělesná voda
- hmotnost kosterních svalů
- množství a procento tělesného tuku
- BMI

Nepřímá kalorimetrie měřila:

- klidový energetický výdej (včetně přepočtu na kilogram hmotnosti)
- respirační kvocient
- spotřebu plynů
- utilizaci jednotlivých živin.

Ruční dynamometrie měřila:

- maximální možnou sílu stisku ruky

Wingate test měřil:

- maximální výkon (včetně přepočtu na kilogram hmotnosti)
- nejnižší výkon (včetně přepočtu na kilogram hmotnosti)
- čas do maximálního výkonu
- maximální 5sekundový výkon
- průměrný 5sekundový výkon
- rychlost únavy
- celková práce

Při běhu na 5 km se měřil:

- čas

Záznamy jídelníčku sloužily pro kontrolu během sledovaného období, zdali probandi udržují stejný energetický příjem jako před začátkem výzkumu, protože nadměrný nebo nedostatečný příjem energie a živin by mohl mít nežádoucí vliv na sledované parametry.

Jednotlivé naměřené hodnoty byly zpracovány v aplikaci Microsoft Excel. Jídelníček byl analyzován pomocí aplikace NutriData.cz. Naměřené hodnoty se následně mezi sebou porovnávaly a hodnotily.

5 VÝSLEDKY

Výsledky jsou rozepsány dle jednotlivých analýz a testů, aby mohlo dojít k jejich porovnání v čase. Testy jsou seřazeny stejně jako v metodice chronologicky jako tomu bylo při jednotlivých měřeních (vstupní, průběžné, výstupní).

Výsledky probanda B nejsou v práci uvedeny z důvodu jeho nedokončení všech měření.

5.1 Analýza tělesného složení

Hodnoty InBody testu probanda A, které byly naměřeny v průběhu výzkumu, jsou uvedeny v Tabulce 1. Kompletní výsledky ze všech tří měření z InBody testu probanda A se nachází v Přílohách 3, 4 a 5. Tabulka 1 obsahuje také sloupec „*Celkový rozdíl*“, ve kterém je pro větší přehled uveden rozdíl mezi vstupním a výstupním měření.

Tabulka 1: Výsledky analýzy tělesného složení probanda A

	Vstupní měření	**Průběžné měření**	**Výstupní měření**	**Celkový rozdíl**
	15.11.2019	12.12.2019	13.2.2020	
Hmotnost	88,4 kg	87 kg	84,8 kg	**-3,6 kg**
Celková tělesná voda	55,6 l	54,8 l	53,5 l	**-2,1 l**
Hmotnost kosterních svalů	43,6 kg	42,8 kg	41,5 kg	**-2,1 kg**
Množství tělesného tuku	12,3 kg	12 kg	11,8 kg	**-0,5 kg**
Procento tělesného tuku	13,9 %	13,8 %	13,9 %	**±0**
BMI	25,3	24,9	24,3	**Snížení o 1**

Z Tabulky 1 vyplývá, že vlivem 13týdenního veganského stravování došlo u probanda A k celkovému poklesu hmotnosti z 88,4 kg na 84,8 kg, tedy o 3,6 kg. Dále došlo k úbytku celkové tělesné vody o 2,1 litru. Snížilo se množství kosterní svaloviny, kdy vstupní hmotnost kosterní svaloviny byla 43,6 kg, a došlo k jejímu poklesu na 41,5 kg při

výstupním měření, celkově o 2,1 kg. Došlo také k úbytku množství tělesného tuku z 12,3 kg na 11,8 kg, dohromady o 0,5 kg. Snížení tělesného tuku o půl kilogramu ve výsledku nevedlo ke snížení jeho procentuálního zastoupení. Na základě snížené hmotnosti poklesla také hodnota BMI z 25,3 na 24,3.

5.2 Měření klidového energetického výdeje

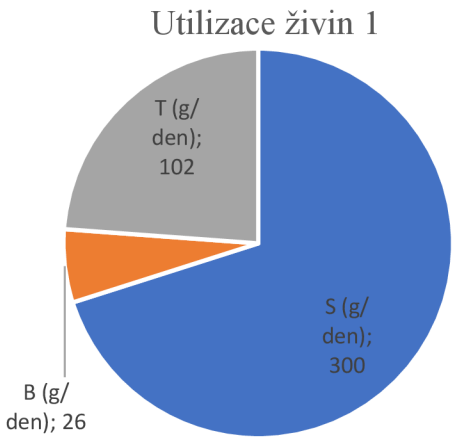
Výsledky proměnných ze všech tří měření nepřímé kalorimetrie probanda A jsou uvedeny v Tabulce 2. Utilizace jednotlivých živin v průběhu všech měření je znázorněna na Obrázcích 4, 5 a 6.

Tabulka 2: Výsledky nepřímé kalorimetrie probanda A

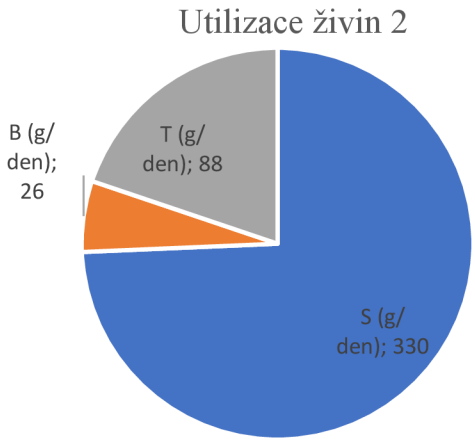
	Vstupní měření	**Průběžné měření**	**Výstupní měření**
	15.11.2019	12.12.2019	13.2.2020
RMR	2290 kcal/ den	2284 kcal/ den	2210 kcal/ den
RMR/ kg	25,9 kcal/ kg/ den	26,2 kcal/ kg/ den	26 kcal/ kg/ den
VO_2	0,327 l/ min	0,325 l/ min	0,306 l/ min
VCO_2	0,282 l/ min	0,285 l/ min	0,325 l/ min
RQ	0,86	0,88	1,06
Utilizace sacharidů	300 g/ den	330 g/ den	513 g/ den
Utilizace bílkovin	26 g/ den	26 g/ den	24 g/ den
Utilizace tuků	102 g/ den	88 g/ den	0 g/ den

Během sledovaného období došlo ke snížení klidového energetického výdeje (RMR) probanda A z 2290 kcal/ den na 2210 kcal/ den, tedy o 80 kcal/ den. Naopak klidový energetický výdej vyjádřen relativně na kilogram tělesné hmotnosti (RMR/ kg) ve výsledku vzrostl o 0,1 kcal/ kg/ den.

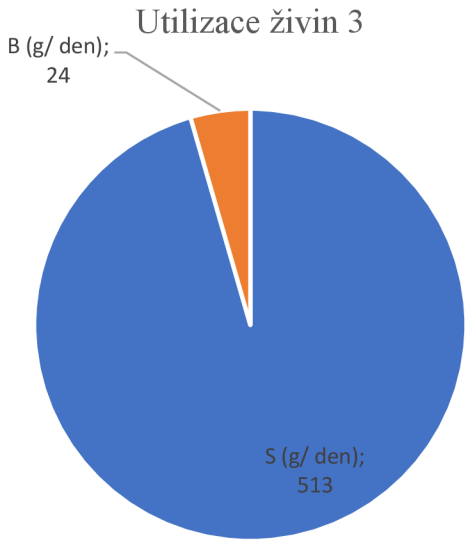
V průběhu studie také klesla spotřeba kyslíku (VO_2) probanda A během měření nepřímé kalorimetrie o 0,21 l/ min a vzrostl výdej oxidu uhličitého (VCO_2) o 0,43 l / min. Hodnota respiračního kvocientu (RQ) byla při vstupním měření 0,86, při průběžném měření došlo k jejímu navýšení na 0,88 a výsledná hodnota při výstupním měření byla nakonec 1,06.



Obrázek 5: Utilizace živin při vstupním měření



Obrázek 6: Utilizace živin při průběžném měření



Obrázek 7: Utilizace živin při výstupním měření

Jak je možné vidět na Obrázcích 5, 6 a 7, utilizace sacharidů (S) během 13týdenního období vzrostla z 300 g/ den nejdříve na 330 g/ den při průběžném měření a při výstupním měření byla naměřena nejvyšší hodnota 513 g/ den. Utilizace bílkovin (B) byla první dvě měření stejná, a to 26 g/ den, při posledním měření došlo k mírnému poklesu o 2 g/ den, tedy na 24 g/ den. Utilizace tuků (T) při vstupním měření se rovnala 102 g/ den, po měsíci

a tedy při průběžném měření klesla na 88 g/ den, při výstupním měření se tato hodnota rovnala 0 g/ kg.

Za zmínku stojí i procento kvality informací výsledků testu, které každé výsledky zahrnují. Kvalita informací se pohybuje v rozpětí od 0 % do 100 %, kdy 100 % je perfektní kvalita a 40 % je nejnižší povolený limit. Kvalita vstupního měření byla 95 %. Při průběžném měření výsledky dosáhly nejvyšší možné kvality, a to 100 %. Naopak výsledky výstupního měření měly kvalitu nejhorší i přes dodržení naprosto stejných podmínek, a to pouze 65 %.

5.3 Zátěžová diagnostika silových a vytrvalostních schopností

Výsledky jednotlivých testů zátěžové diagnostiky probanda A jsou zahrnuty v Tabulkách 3, 4 a 5.

5.3.1 Ruční dynamometrie

Výsledky ruční dynamometrie, tedy maximálního možného stisku ruky probanda A, jsou uvedeny v Tabulce 3. Jak již bylo zmíněno v kapitole Metodika, proband měl na stisk každé ruky dva pokusy a jako výsledný se počítal lepší pokus ze dvou provedených.

Tabulka 3: Výsledky ruční dynamometrie probanda A

	Vstupní měření		**Průběžné měření**		**Výstupní měření**	
	15.11.2019		12.12.2019		13.2.2020	
Pravá ruka pokus 1	~~64 kg~~	~~627,2 N~~	~~61 kg~~	~~597,8 N~~	~~59 kg~~	~~578,2 N~~
Pravá ruka pokus 2	66 kg	646,8 N	68,5 kg	671,3 N	65 kg	637 N
Levá ruka pokus 1	60 kg	588 N	~~55,5 kg~~	~~543,9 N~~	54 kg	529,2 N
Levá ruka pokus 2	~~54 kg~~	~~529,2 N~~	59 kg	578,2 N	~~52 kg~~	~~509,6 N~~

Vysvětlivky: Pro přehlednost je v tabulce horší pokus přeškrtnut a lepší pokus zvýrazněn.

Z Tabulky 3 vyplývá, že při vstupním měření měl proband A hodnotu stisku pravé ruky rovnu 66 kg (646,8 N), nejdříve došlo ke zlepšení stisku při průběžném měření o 2,5 kg (24,5 N) a poté k mírnému zhoršení pravé ruky při výstupním měření na 65 kg (637 N). Levá ruka se zhoršovala průběhu celého sledovaného období a ve výsledku se zhoršila z 60 kg (588 N) na 54 kg (529,2 N), tedy o 6 kg (58,8 N). Rozdíly mezi pravou a levou rukou jsou dané dominancí pravé ruky probanda A.

5.3.2 Wingate test

Nejdůležitější výsledné parametry Wingate testu probanda A jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tabulka 4: Výsledky Wingate testu probanda A

	Vstupní měření	**Průběžné měření**	**Výstupní měření[2]**
	15.11.2019	12.12.2019	13.2.2020
Maximální výkon	1444 W	1367 W	1364 W
Maximální výkon/ kg tělesné hmotnosti	16,34 W/ kg	15,72 W/ kg	16,09 W/ kg
Nejnižší výkon	513 W	478 W	517 W
Nejnižší výkon/ kg tělesné hmotnosti	5,8 W/ kg	5,5 W/ kg	6 W/ kg
Čas do maximálního výkonu	1,01 s	1,42 s	2,21 s
Maximální 5sekundový výkon	1161,71 W	1093,07 W	1092,34 W
Průměrný 5sekundový výkon	544,45 W	552,42 W	553,58 W
Rychlost únavy[5]	53,13 %	49,46 %	49,32 %
Celková práce	24,35 kJ	23,87 kJ	24,25 kJ

[2] Při Wingate testu během výstupního měření došlo k chybě a nebyla zadána aktuální váha probanda A, díky čemuž nedošlo k nastavení správného odporu (faktor kroutícího momentu) a proband byl testován s vyšším odporem vypočítaným z jeho původní váhy 87 kg. Je možné, že nebýt této chyby by proband A dosáhl vyššího a lepšího výkonu při výstupním měření.

Během 13týdenního veganského stravování došlo u probanda A při Wingate testu k poklesu maximálního výkonu. Maximální výkon byl při vstupním měření roven 1444 W, při průběžném měření pak 1367 W a při výstupním měření 1364 W. Relativně v přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti byl maximální výkon při vstupním měření roven 16,34 W/ kg, průběžné měření ukázalo zhoršení na 15,72 W/ kg a výstupní měření ukázalo zlepšení oproti průběžnému měření na hodnotu 16,09 W/ kg, při srovnání vstupního a výstupního měření došlo k mírnému zhoršení.

Naopak tomu bylo při nejnižším výkonu, ten byl roven při vstupním měření 513 W. Při průběžném měření bylo naměřeno zhoršení na hodnotu 478 W, a nakonec výstupní měření ukázalo nejlepší nejnižší výkon, a to 517 W. Při přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti se nejnižší výkon také snížil z 5,8 W/ kg při vstupním měření na 5,5 W/ kg při průběžném měření. Výstupní měření ukázalo také nejlepší nejnižší výkon roven 6 W/ kg.

Čas do maximálního výkonu byl nejlepší při prvním vstupním měření, a to 1,01 s, tento čas se postupně prodlužoval. Při průběžném měření byl roven 1,42 s a při výstupním měření 2,21 s.

Maximální pětisekundový výkon v průběhu výzkumu postupně klesal z 1161,71 W při vstupním měření až na 1092,34 W při výstupním měření. Tento výkon se při porovnání průběžného a výstupního měření lišil pouze o 0,73 W.

Naopak průměrný pětisekundový výkon se postupně zlepšoval. Při vstupním měření byla hodnota průměrného pětisekundového výkonu 544,45 W, při průběžném měření došlo ke zlepšení na hodnotu 552,42 W a k malému zlepšení došlo ještě při výstupním měření na hodnotu 553,58 W.

Dalším významným ukazatelem Wingate testu je rychlost únavy, která se v průběhu sledovaného období mírně zlepšovala. Při vstupním měření byla rychlost únavy rovna 52,13 %. K největšímu zlepšení došlo při průběžném měření a tato hodnota dosáhla 49,46 %, při výstupním měření došlo ještě k mírnému zlepšení, a to na 49,32 %.

Posledním ukazatelem Wingate testu je celková provedená práce. Vstupní hodnota celkové provedené práce byla 24,35 kJ a při průběžném měření bylo zpozorováno

zhoršení na 23,87 kJ. Při výstupním měření došlo ke zlepšení ve srovnání s průběžným měření a mírným zhoršením ve srovnání se vstupním měření, a tedy výsledná hodnota výstupního měření celkové provedené práce byla 24,25 kJ.

5.3.3 Běh na 5 km

Výsledné časy jednotlivých běhů na 5 km probanda A jsou uvedeny v Tabulce 5.

Tabulka 5: Výsledky běhu na 5 km probanda A

	Vstupní měření	**Průběžné měření**	**Výstupní měření**
	15.11.2019	12.12.2019	13.2.2020
5 km běh	28 min 15 s	27 min 53 s	25 min 27 s

Z Tabulky 5 jasně vyplývá, že během 13týdenního veganského stravování došlo ke zlepšení aerobní vytrvalosti. Při běhu proband A zlepšil svůj čas ze vstupního měření 28 min a 15 s na výsledný čas 25 min a 27 s. Celkově došlo ke zlepšení o 2 minuty a 48 sekund.

5.4 Záznam jídelníčku

Jak již bylo zmíněno v kapitole Metodika, probandi měli za úkol zaznamenat svůj jídelníček před začátkem výzkumu (Záznam jídelníčku 1) a následně dvakrát během výzkumu (Záznam jídelníčku 2 a 3) a dodržovat co možná nejpodobnější příjem energie a živin v průběhu výzkumu jako před jeho začátkem.

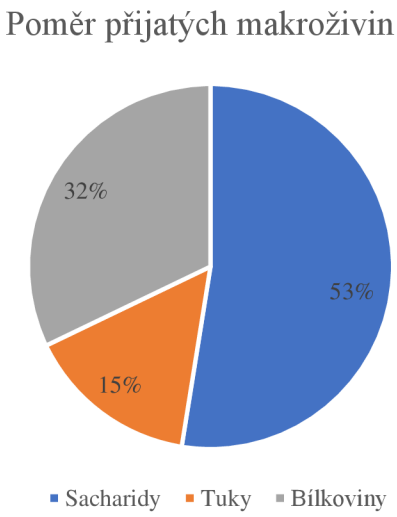
Energetický příjem, příjem makroživin, mikroživin a zeleniny a ovoce jsou uvedeny v následující tabulkách a obrazcích. Tabulka 6 obsahuje porovnání energie a makroživin z jednotlivých jídelních záznamů probanda A. Tato tabulka neobsahuje záznam o příjmu transmastných kyselin a omega 3, protože jejich hodnoty byly ve všech případech rovny 0 g. Pro vyšší přehled byly vytvořeny Obrázky 8, 9 a 10, na kterých je znázorněno procentuální zastoupení jednotlivých makroživin a Tabulka 7, kde jsou příjmy těchto makroživin přepočteny na kilogram tělesné hmotnosti probanda A. Porovnání příjmu mikroživin, ovoce a zeleniny z jednotlivých jídelních záznamů jsou uvedeny v Tabulce 8.

Tři kompletní jídelníčky probanda A jsou v příloze pod čísly 6, 7 a 8.

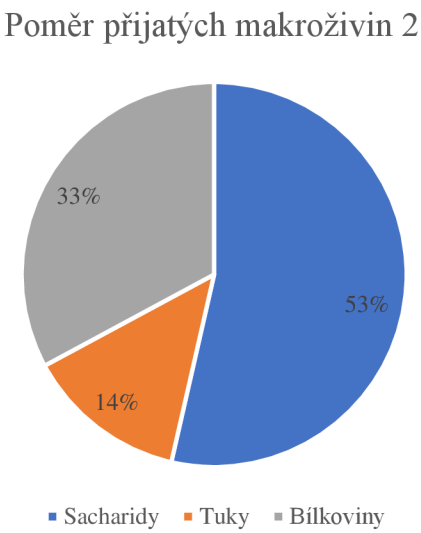
Tabulka 6: Porovnání přijaté energie a makroživin z jídelních záznamů probanda A

		Záznam jídelníčku 1	Záznam jídelníčku 2	Záznam jídelníčku 3
Energie		2642 kcal	2635 kcal	2681 kcal
Sacharidy		291 g	300 g	378 g
	Cukry	31 g	24 g	54 g
	Fruktóza	1 g	3 g	9 g
	Vláknina	21 g	52 g	41 g
Tuky		85 g	76 g	54 g
	Nasycené tuky	24 g	11 g	12 g
Bílkoviny		178 g	184 g	165 g

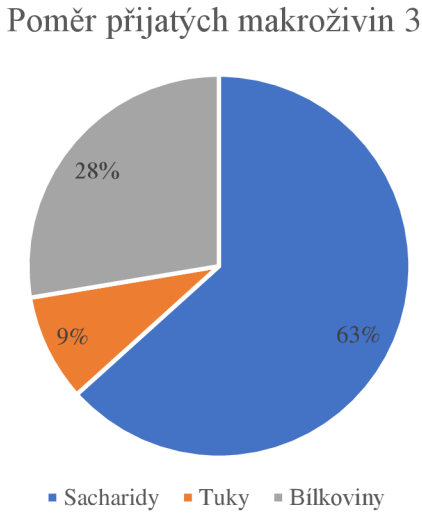
Tabulka 6 porovnávající jednotlivé zaznamenané jídelníčky jasně ukazuje, že proband A udržoval, minimálně během zaznamenaných dní, podobný energetický příjem během výzkumu jako před jeho začátkem. Během sledovaného období docházelo k postupnému nárustů příjmu sacharidů, a naopak ke snížení příjmu tuků. Příjem bílkovin byl při prvním průběžném záznamu mírně vyšší a při druhém záznamu nižší. Došlo k nárůstu příjmu cukrů a fruktózy díky vyššímu obsahu ovoce. A příjem vlákniny se zvýšil z 21 g na 52 g a 41 g. Proband A také snížil vlivem veganského stravování příjem nasycených tuku na polovinu.



Obrázek 8: Poměr přijatých živin ze Záznamu jídelníčku 1



Obrázek 9: Poměr přijatých živin ze Záznamu jídelníčku 2



Obrázek 10: Poměr přijatých živin ze Záznamu jídelníčku 3

Na Obrázcích 8, 9 a 10 je znázorněno procentuální zastoupení jednotlivých makroživin ze zaznamenaných jídelníčků probanda A. Při porovnání Obrázcích 8 a 9 nejsou viditelné žádné výrazné změny zastoupení jednotlivých makroživin. Avšak z Obrázku 10 je již patrné navýšení sacharidů na úkor bílkovin a zejména tuků, jejichž procentuální zastoupení v jídelníčku se snížilo z 15 % na 9 %.

V tabulce 7 jsou uvedené příjmy makroživin přepočtené na kilogram tělesné hmotnosti z jednotlivých jídelních záznamů. Při těchto přepočtech byla vždy použita váha z nejbližšího měření na InBody.

Tabulka 7: Porovnání příjmu makroživin relativně na kilogram tělesné hmotnosti z jídelních záznamů

	Záznam jídelníčku 1	Záznam jídelníčku 2	Záznam jídelníčku 3
Sacharidy	3,3 g/ kg	3,4 g/ kg	4,5 g/ kg
Tuky	0,9 g/ kg	0,87 g/ kg	0,64 g/ kg
Bílkoviny	2,01 g/ kg	2,11 g/ kg	1,94 g/ kg

Tabulka 7 ukazuje, že proband A navýšil v průběhu sledovaného období svůj příjem sacharidů z 3,3 g/ kg tělesné hmotnosti na 4,5 g/ kg tělesné hmotnosti. Příjem tuků probanda A postupně klesal z 0,9 g/ kg tělesné hmotnosti až na 0,64 g/ kg tělesné hmotnosti. Příjem bílkovin v jídelníčku kolísal a nedošlo k nijak významnému omezení jejich příjmu.

Tabulka 8: Porovnání přijatých mikroživin, ovoce a zeleniny z jídelních záznamů probanda A

	Záznam jídelníčku 1	Záznam jídelníčku 2	Záznam jídelníčku 3
Cholesterol	1097,8 mg	136 mg	0,7 mg
Vitamín C	54,2 mg	53,1 mg	97,2 mg
Vitamín D	12 UI	1,2 UI	0 UI
Vitamín B12	5,9 µg	0 µg	0,1 µg
Vápník	1502,8 mg	446,8 mg	868,2 mg
Hořčík	695,5 mg	605,3 mg	649,7 mg
Sodík	5771 mg	3363 mg	3825 mg
Zelenina	130 g	490 g	480 g
Ovoce	0 g	70 g	250 g

Tabulka 8 obsahuje porovnání příjmu ovoce a zeleniny a mikroživin ze zaznamenaných jídelníčků probanda A. Při přechodu na veganské stravování došlo k velkému poklesu přijímaného cholesterolu, vitamínu D, vitamínu B12, vápníku a sodíku. Dále k mírnému snížení příjmu hořčíku. U vitamínu D a vitamínu B12 můžeme vidět téměř úplnou absenci těchto vitamínů ve veganském jídelníčku. Na druhou stranu je možné vidět u posledního záznamu zvýšený příjem vitamínu C ve srovnání s původními dvěma záznamy. Při veganském stravování došlo také k navýšení příjmu ovoce a zeleniny.

6 DISKUSE

Tělesné složení

Analýza tělesného složení jasně prokázala, že vlivem veganského stravování dochází k poklesu hmotnosti a BMI. Během sledovaného období došlo ke 4,07% poklesu hmotnosti a tím i ke snížení BMI z hodnoty 25,3 na hodnotu 24,3 při veganském stravování. Tyto výsledky se shodují s fakty zmíněnými v teoretické části viz kapitola *2.2 Vegetariánská strava a zdraví*. Výsledky této bakalářské práce rezonují také s prací Vanacore a kol. (2018), ve které porovnávali antropometrické parametry veganů, vegetariánů a omnivorů. Vzhledem k tomu, že se proband A při vstupním měření stravoval omnivorsky a při dalších následujících měření (průběžném a výstupním) vegansky, můžeme tento výzkum aplikovat na naši práci a porovnávat změny mezi vstupními hodnotami (omnivorská strava) a výstupními případně průběžnými naměřenými hodnotami (veganská strava). BMI veganů v této studii bylo 20,5±0,5, BMI vegetariánů 21±2,3 a BMI omnivorů 23±0,4. Průběrné hodnoty BMI veganů a vegetariánů byly nižší než průměrné hodnoty BMI omnivorů.

Během 13týdenního sledovaného období došlo také k poklesu celkové tělesné vody o 2,1 l probanda A. Ale vezmeme-li v potaz procentuální zastoupení vody v těle, došlo pouze k minimální změně. Při vstupním měření byla celková tělesná voda zastoupena z 62,9 % a při výstupním ze 63 %. Tento rozdíl 0,1 % může být následkem úbytku svalové hmoty nebo odlišné hydratace před InBody testem.

Veganské stravování mělo také vliv na množství svalové hmoty a tělesného tuku, kdy došlo k úbytku svalové hmoty o 4,82 % (z 43,6 kg na 41,5 kg). Vanacore a kol. (2018) ve své práci uvádí množství svalové u testovaných osob. Množství svalové hmoty bylo u veganů 27,3±1,2 kg, u vegetariánů 32,8±1,4 kg a u omnivorů 32,1±0,81 kg. Ačkoli jsou rozptyly hodnot v některých případech velké, srovnáváme-li průměrné hodnoty, množství svalové hmoty bylo nejnižší u veganské skupiny ve srovnání s vegetariány a omnivory. Podobné údaje vychází i v mé práci, kdy měl proband A menší množství svalové hmoty při veganském stravování ve srovnání s omnivorským stravováním.

Množství tělesného tuku probandovi A pokleslo o 4,07 % (z 12,3 kg na 11,8 kg), avšak jeho procentuální zastoupení zůstalo beze změny. Vanacore a kol. (2018) uvádí také množství tělesného tuku u testovaných osob, bylo u veganů rovno 13,2±0,35 kg, u

vegetariánů 12,5±3,3 kg a u omnivorů 13,8±1,5 kg. Z těchto dat vyplývá, že množství tělesného tuku bylo průměrně nejnižší u vegetariánské skupiny ve srovnání i ostatními. Tato studie nepotvrzuje náš výsledek o poklesu množství tělesného tuku vlivem veganského stravování. Lynch a kol. (2016) ve své studii uvádí mimo jiné i procentuální zastoupení tělesného tuku u testovaných osob. Zastoupení tělesného tuku u mužů vegetariánů bylo 19,2±6,5 % a u mužů omnivorů 19,2±6,4 %. Tyto údaje korelují s výsledky této bakalářské práce, kdy během sledovaného období nedošlo ke změně procentuálního zastoupení tělesného tuku u probanda A.

Nepřímá kalorimetrie

První sledovanou proměnou při měření klidového energetického výdeje byl klidový metabolismus. Klidový energetický metabolismus probanda A postupně klesal, při průběžném měření klesl o 0,26 % a při výstupním měření došlo ke snížení o 3,48 % z původní hodnoty. Naopak tomu bylo při přepočtu klidového energetického metabolismus na kilogram tělesné hmotnosti. Vzhledem k tomu, že se probandovi A snižovala hmotnost během sledovaného období, energetický metabolismus přepočten na kilogram hmotnosti se zvyšoval. Při průběžném měření byla jeho hodnota o 1,16 % vyšší než při vstupním měření. Při výstupním měření byl tento klidový energetický metabolismus vyšší o 0,39 % než jeho vstupní hodnota. Došlo tedy k celkovému snížení klidového energetického metabolismu, ale při jeho vyjádření na hmotnost se tato hodnota zvýšila. Nadimi a kol. (2013) pozorovali vztah mezi veganskou stravou a klidovým energetickým metabolismem. Jejich studie ukázala, že vegetariáni měli průměrně nižší klidový energetický výdej (1354,70±192,96 kcal) než omnivoři (1569,10±348,24 kcal), tento fakt potvrdila i tato bakalářská práce, ve které se probandovi A snížil klidový energetický výdej při veganském stravování. Při přepočtu klidového energetického výdeje na kilogram tělesné hmotnosti měli vegetariáni v této studii průměrné hodnoty 21,60±3,01 kcal a omnivoři 23,94±2,99 kcal. V případě této bakalářské práce došlo naopak k nepatrnému navýšení této hodnoty během veganského stravování, a tedy měl proband na omnivorské stravě relativně nižší klidový energetický metabolismus než při veganském stravování. Poehlman a kol. (1988) ve své práci sledovali klidový energetický metabolismus u vegetariánů a nevegetariánů a ve své studii potvrdili výsledky této bakalářské práce. Skupina vegetariánu disponovala nižším průměrným klidovým energetickým metabolismem (1641,6±57,6 kcal) než ne-vegetariáni (1699,0±57,6 kcal) a vyšším průměrným relativním klidovým energetickým metabolismem přepočteným na

kilogram tělesné hmotnosti při hodnotě 23,04±0,48 kcal u vegetariánů než u omnivorů (21,60±0,48 kcal).

Dalšími parametry jsou spotřeba kyslíku, výdej oxidu uhličitého a respirační kvocient. Spotřeba kyslíku se první dvě měření příliš nelišila a došlo pouze k malému poklesu při průběžném měření o 0,61 %. Při výstupním měření byla spotřeba kyslíku snížena o 6,42 % z původní hodnoty. Stejně tak výdej oxidu uhličitého se při prvních dvou měření lišil minimálně, při průběžném měření došlo k nárůstu jeho výdeje pouze o 1,06 %. Výstupní měření ukázalo nárůst této hodnoty o 15,25 % z původní hodnoty při vstupním měření. Respirační kvocient je vypočítám ze spotřeby kyslíku a výdeje oxidu uhličitého, proto jeho změny korespondují již s výše uvedenými změnami. Hodnota respiračního kvocientu byla první dvě měření podobná. Při vstupním měření byl respirační kvocient roven 0,86 a při průběžném měření 0,88. Největší změna nastala až při výstupním měření, kdy dosáhl hodnoty 1,06. Bissoli a kol. (1999) ve své studii zmiňují rozdílný respirační kvocient vegetariánů a omnivorů. Skupina vegetariánů měla respirační kvocient roven 0,84±0,09 a skupina omnivorů dosahovala jeho vyšších hodnot 0,88±0,13. Tato studie nekoresponduje s touto bakalářskou prací, protože v této bakalářské práci došlo k nárustu respiračního kvocientu právě u veganského stravování a ve zmíněné studii měla skupina vegetariánů respirační kvocient nižší.

Poslední proměnou je utilizace jednotlivých živin. Mezi vstupním a průběžným měření došlo k 10% nárůstu spotřeby sacharidů a 13,73% snížení spotřeby tuků, spotřeba bílkovin se nezměnila. Při výstupním měření došlo k největší změně utilizačních hodnot. Spotřeba sacharidů při výstupním měření dosáhla 71% nárůstu, spotřeba bílkovin klesla o 7,69 % a spotřeba tuků klesla o 100 % ve srovnání s hodnotami ze vstupního měření. Tyto změny mohou být následkem odlišných preferencí v jídelníčku při veganském stravování. Proband A při veganském stravování zvýšil zastoupení sacharidů v jídelníčku na úkor tuků a pouze u bílkovin nedošlo k velkému rozdílu jejich příjmu. Podrobnější rozbor jídelníčku bude následovat dále.

Zde je ale možné klást si otázku, zdali výstupní hodnoty nepřímé kalorimetrie zahrnovat, vezmeme-li v potaz kvalitu měření uvedenou ve výsledkové části, která dosáhla při výstupním měření pouze 65 %.

Ruční dynamometrie

Během sledovaného období došlo nejdříve ke zlepšení pravé ruky o 3,79 % a zhoršení levé ruky o 1,67 % při průběžném měření. Výstupní měření ukázalo zhoršení obou rukou, pravá se zhoršila o 1,52 % a levá dokonce o 10 % z původní vstupní hodnoty. Z toho vyplývá, že pravá ruka se nejdříve zlepšila a následně došlo ke zhoršení, levá ruka se zhoršovala v průběhu celého sledovaného období. Jak již bylo zmíněno ve výsledkové části, rozdíl mezi pravou a levou rukou je dán pravostrannou lateralitou.

Clarys a kol. (2000) ve své studii sledovali mimo jiné i fyzické parametry u vegetariánů a omnivorů. Součástí jejich fyzických testů byla ruční dynamometrie. Síla stisku u mužů vegetariánů dosahovala 41±5 kg, u mužů omnivorů byla průměrná hodnota vyšší a byla rovna 43±7 kg. Při srovnání s touto bakalářskou prací, proband A na veganské stravě nejprve sice dosáhl zlepšení u pravé ruky a zhoršení u levé ruky při průběžném měření, ale při výstupním měření došlo už ke zhoršení obou rukou. Zajímavostí této studie je, že ačkoli muži vegetariáni dosahovali horších hodnot než muži omnivoři, ženy vegetariánky měly sílu stisku průměrně lepší (31±8 kg) než ženy omnivorky (28±6 kg) (Clarys a kol., 2000).

Síla stisku ale nemusí být ovlivněna pouze typem stravy. Velkou roli tady hraje i trénink a změny v zařazení určitých cviků. Pokud proband A například pozměnil svůj trénink a vyřadil nebo naopak zařadil ve svém silovém tréninku cviky pro rozvoj síly stisku ruky, tato změna by v tomto testu hrála velkou roli.

Wingate test

Wingate test sledoval velkou řadu proměnných a u mnohých z nich došlo během sledovaného období k zajímavým změnám. U maximálního výkonu došlo, jak už bylo zmíněno, ke snížení výkonu nejdříve při průběžném měření o 5,33 % a nakonec u výstupního měření o 5,54 % z původní hodnoty. Při přepočtu maximálního výkonu na kilogram hmotnosti zhoršení již nebylo tak znatelné. Při průběžném měření došlo ke zhoršení o 3,79 % a při výstupním měření se toto zhoršení snížilo pouze na 1,53 % z původní hodnoty.

U nejnižšího výkonu nejdříve došlo ke zhoršení o 6,82 % při průběžném měření, a nakonec výstupní měření ukázalo zlepšení o 0,78 % z původní hodnoty. Při přepočtu

nejnižšího výkonu na kilogram hmotnosti dosáhlo zhoršení při průběžném měření 5,17 % a nakonec proband A tento svůj výkon vylepšil o 3,45 % z původní vstupní hodnoty.

Čas do maximálního výkonu probanda A se po celou dobu této práce zhoršoval, nejdříve byl 1,01 s, následně se zhoršil o 40,59 % (na 1,42 s) a při výstupním měření byl tento čas dokonce o 118,81 % (2,21 s) horší než při vstupním měření.

Maximální pětisekundový výkon se taktéž snižoval a zhoršení dosáhlo nejdříve 5,91 % při průběžném měření a poté 5,97 % zhoršení z původní hodnoty při výstupním měření. Naopak tomu bylo při průměrném pětisekundovém výkonu, který se během sledovaného období zlepšoval. Při průběžném měření dosáhl zlepšení o 1,46 % a při výstupním měření dosáhl 1,68 % zlepšení z původní vstupním hodnoty. S těmato dvěma údaji souvisí i rychlost únavy, která se v průběhu této práce u probanda A snižovala. Při vstupním měření se rychlost únavy snížila o 6,91 % a při výstupním měření dokonce o 7,17 % z původní hodnoty.

Poslední proměnou byla provedená práce a ta se v průběhu práce nejdříve zhoršila při průběžném měření o 1,97 % a při výstupním měření dosahovala tato hodnota pouze 0,41% zhoršení z původní vstupní hodnoty.

Studie zabývající se vlivem veganské nebo vegetariánské stravy na sledované parametry konkrétně během Wingate testu se příliš nevyskytují. Reed (2019) sledovala vliv vegetariánské stravy na výkon u žen. Pro měření svých výsledku využila mimo jiné Wingate test. Maximální výkon u skupiny vegetariánek byl 750±168 W a byl nevýznamně vyšší než u skupiny omnivorek, jejichž hodnoty dosahovaly 723±171 W. Průměrný výkon byl naopak průměrně nižší u vegetariánek, a to 433±76 W než u omnivorek, které dosahovaly 472±81 W, tento rozdíl byl však nevýznamný. Podstatný rozdíl byl pozorován u indexu únavy neboli rychlosti únavy, ve kterém vegetariánky dosahovaly 60±8 % a omnivorky 52±8 %, čímž omnivorky dosáhly lepší hodnoty indexu únavy.

Dalším příkladem pro sledování výkonových parametrů sloužila práce Nebl a kol. (2019), ve které porovnávali tréninkovou kapacitu veganů, vegetariánů a omnivorů. Testovali výkon těchto sportovců na cyklistickém ergometru do vyčerpání. Maximální výkon v přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti byl u omnivorů 4,15±0,48 W/ kg, u vegetariánů 4,20±0,47 W/ kg a u veganů 4,16±0,55 W/ kg a nebyly zaznamenány signifikantní rozdíly mezi skupinami. Stejně tak nebyly zaznamenány signifikantní rozdíly při porovnání

jednotlivých typů stravování u mužů a žen (ženy omnivorky 3,99 ± 0,46 W/ kg, vegetariánky 4,06 ± 0,44 W/ kg, veganky 4,02 ± 0,53 W/ kg; muži omnivoři 4,41 ± 0,41 W/ kg, vegetariáni 4,43 ± 0,46 W/ kg, vegani 4,39 ± 0,52 W/ kg).

Dále je tady práce Hanne a kol. (1989), která neprokázala žádné rozdíly mezi vegetariány a omnivory v anaerobních kapacitách (Lynch a kol., 2018).

U Wingate testu v této bakalářské práci je nezbytné brát v potaz také fakt, který byl již zmíněný ve výsledkové části a to, že proband A neměl během posledního výstupního měření nastavenou v programu svou aktuální váhu, a tedy Wingate test prováděl oproti vypočítanému odporu své původní váhy 87 kg místo 84,8 kg. Vzhledem k této chybě můžeme uvažovat, že by parametry z výstupního měření dosahovaly lepších hodnot, nebýt této chyby.

Běh na 5 km

K jednoznačnému zlepšení došlo při běhu na 5 km, kdy proband A nejdříve zlepšil svůj výkon o 1,30 % při průběžném měření, a nakonec dosáhl 9,91 % zlepšení z původní hodnoty při výstupním měření.

Jak již bylo psáno v teoretické části, vytrvalostní sportovci si volí způsoby stravování, které mají vliv na tréninkovou kapacitu a které regulují množství tělesného tuku, a tím i hmotnost těchto sportovců (Craddock a kol. 2016, Nebl a kol., 2019). Veganská strava u probanda A očividně vedla k redukci tuku a celkové redukci hmotnosti, kterou je nyní možné připisovat následnému zlepšení aerobního výkonu. Vliv na aerobní výkon by mohla mít i vyšší preference sacharidů v jídelníčku při veganském stravování probanda A.

Již výše zmíněná práce Nebl a kol. (2019) nezpozorovala signifikantní rozdíly v tréninkové frekvenci, v délce běhu a běžecké vzdálenosti u omnivorů, vegetariánů a veganů.

Jídelní záznam

Po přechodu na veganské stravování jídelní záznamy (Záznam jídelníčku 2 a 3) probanda přesně potvrdily skutečnosti popsané v teoretické části. Proband A do svého veganského jídelníčku zařadil více luštěnin, ovoce a zeleniny při téměř nezměněném energetickém příjmu. To mělo za následek navýšení příjmu sacharidů v jídelníčku na úkor tuků, které se při eliminaci živočišných produktů v jídelníčku snížily na minimum. Příjem sacharidů

probanda A z Jídelních záznamů 2 a 3 byl 3,4 g/ kg tělesné hmotnosti a 4,5 g/ kg tělesné hmotnosti, to odpovídá 53% a 63% zastoupení v jídelníčku. Jak již bylo uvedeno v teoretické části v kapitole *2.4.2.2 Sacharidy*, příjem sacharidů u sportovců by se měl pohyboval od 4 do 12 g/ kg tělesné hmotnosti (Rogerson, 2017). S ohledem na to, že se nejedná o vytrvalostní sportovce, ale spíše o sportovce se silovým zaměřením, je dolní hraniční hodnota příjmu 4 g sacharidů/ kg tělesné hmotnosti zcela dostačující. Došlo také k navýšení příjmu vlákniny přibližně na dvojnásobek původní hodnoty. Doporučený denní příjem vlákniny je 30 g. V Záznamu jídelníčku 2 byl příjem vlákniny roven 52 g a v Záznamu jídelníčku 3 byl roven 41 g. Vzhledem k tomu, že v Jídelním záznamu 1 při omnivorském stravování byl příjem vlákniny pouze 21 g, takto velké navýšení příjmu vlákniny (zejména hodnota 52 g) by u člověka, který na stravu bohatou na vlákninu není zvyklý, mohlo vést ke gastrointestinálním potížím.

Naopak u tuků by mělo dojít k navýšení jejich příjmu. V Záznamu jídelníčku 2 dosahoval příjem tuků 0,87 g/ kg a v Záznamu jídelníčku 3 pouze 0,64 g tuků/ kg tělesné hmotnosti. Při přepočtu na procentuální zastoupení proband A přijal v prvním případě pouze 14 % a v druhém případě pouze 9 % tuků z celkového denního příjmu. V kapitole *2.4.2.3. Tuky* je uvedeno doporučení o příjmu tuků dle EFSA (2010b), jejich procentuální zastoupení v jídelníčku by se mělo pohyboval mezi 20–30 % energetického příjmu. Doporučený příjem tuků se mezi sportovci a běžnou populací příliš neliší.

Příjem bílkovin se během sledovaného období pohyboval mezi 1,94 – 2,11 g/ kg/ tělesné hmotnosti denně. Kapitola *2.4.2.1 Bílkoviny* uvádí doporučení o příjmu bílkovin pro veganské sportovce 1,4–2,0 g/ kg (Rogerson, 2017) a 1,2–1,7 g/ kg (Lynch a kol, 2018), během restrikce hmotnosti by tyto hodnoty mohly dosahovat od 1,8 do 2,7 g/ kg. Tyto vysoké hodnoty příjmu bílkovin by měly kompenzovat sníženou biodisponibilitu rostlinných zdrojů bílkovin (Rogerson, 2017). Lynch a kol. (2018) doporučuje během energetické restrikce příjem bílkovin do 2 g/ kg. Proband A se pohybuje v uvedených doporučení a vezmeme-li v potaz sníženou dostupnost rostlinných bílkovin, vyšší příjem 2,11 g bílkovin/ kg určitě neohrožuje jeho zdraví.

Při rozboru mikroživin zjistíme, že došlo k řadě pozitivních změn při přechodu na veganskou stravu, které by mohly mít kladný vliv na zdraví. Tyto účinky jsou uvedeny v kapitole *2.2 Vegetariánská strava a zdraví*. Jedná se zejména o eliminaci příjmu cholesterolu na minimum, protože vysoký příjem cholesterolu je jedním ze základních

rizikových faktorů pro rozvoj kardiovaskulárních onemocnění. Stejně tak snížený příjem sodíku, který je spojen se sníženým příjmem soli v jídelníčku. Vysoký příjem sodíku může být rizikovým faktorem pro rozvoj hypertenze (spolu s dalšími rizikovými faktory). Pozitivní je také zvýšený příjem ovoce a zeleniny a tím i zvýšený příjem vitamínu C. Vyšší příjem ovoce a zeleniny snižuje riziko vzniku KVO (He a kol., 2007), diabetu II. typu (Melina a kol., 2016) a různých typů rakoviny (Craig, 2009; Melina a kol., 2016).

Veganské stravování probanda A nepotvrdilo pouze pozitivní vliv na skladbu živin a tím možný pozitivní vliv na zdraví, ale také ukázal negativní aspekty tohoto stravování. Příjem vitamínu D z 12 UI v Záznamu jídelníčku 1 klesl na 1,2 UI a nakonec na 0 UI v Záznamu jídelníčku 2 a 3. Vzhledem k tomu, že byl tento výzkum uskutečněn v zimních měsících, nemohlo ani dojít k syntéze vitamínu D ze slunečního záření. Stejně tomu bylo u vitamínu B12, jehož příjem byl před začátkem výzkumu při omnivorské stravě dostačující, a to 5,9 µg (viz Záznam jídelníčku 1), následně při veganském stravování byl nulový. To potvrzuje fakt, že příjem některých vitamínu a minerálů z rostlinné stravy je značně omezený nebo dokonce nemožný. Podrobněji se této problematice věnuje kapitola v teoretické části *2.4.3 Mikronutrienty*.

Při veganské stravování došlo také k poklesu příjmu vápníku z 1502,8 mg při omnivorském stravování na 446,8 mg (viz Záznam jídelníčku 2) a 868,2 mg (viz Záznam jídelníčku 3). Doporučený denní příjem je 1000 mg/ den (Rogerson, 2017; EFSA, 2015c), takže při konzumaci potravin s vysokým obsahem vápníku a vysokou vstřebatelností (např. kapusta, čínské zelí) by neměl být problém této hodnoty dosáhnout.

Příjem hořčíku byl zcela dostačující ve všech případech, protože splnil doporučený denní příjem dle EFSA (2015d) 350 mg/ den.

Limitující aspekty práce

Během této bakalářské práce došlo k řadě problémům, díky kterým bohužel došlo k ovlivnění této práce. Jak bylo již zmíněno v kapitole *4 Metodika*, tohoto výzkumu se od začátku účastnili dva probandi, proband A a proband B. Bohužel proband B před výstupním měření onemocněl a následné komplikace kvůli nedostatku času znemožnily jeho zapojení v této práci. Vzhledem k tomu, že jeho výsledky nebyly kompletní, nejsou v této práci uvedeny.

V původním plánu této práce bylo uskutečnit celkem 4 měření – vstupní, 2 průběžné a výstupní. K jednomu průběžnému měření na začátku ledna nedošlo, protože onemocněl proband A, a nebylo možné provést měření z důvodu zachování objektivity měření.

Došlo i k několika technickým problémům, kdy první z nich bylo nejspíše selhání techniky během výstupního měření při nepřímé kalorimetrii. Výstupní hodnoty nepřímé kalorimetrie se významně lišily od předchozích dvou měření, délka testu byla delší než při předchozích měření a kvalita testu dosahovala pouze 65 %. Dalším problémem byla neaktualizovaná váha probanda A při výstupním Wingate testu. Wingate test automaticky nastavuje odpor testované osobě na základě výpočtu z její aktuální váhy (faktor kroutícího momentu). Proband A tedy při výstupním měření podstoupil test proti odporu své původní váhy, která byla o 2,2 kg vyšší než aktuální.

Posledním limitujícím faktorem byla délka testu. Z některých hodnot bylo patrné, že nejdříve došlo u probanda A ke zhoršení naměřených hodnot a následně při výstupním testu došlo ke stabilizaci těchto proměnných. Je možné, že kdyby tento výzkum trval delší období, proband A by se na veganskou stravu lépe adaptoval a došlo by k návratu k původním naměřeným hodnotám.

7 ZÁVĚRY

Práce se věnovala změnám ve vybraných fyziologických a výkonnostních ukazatelích a složení těla při přechodu sportovce na veganskou stravu. Hlavním cílem práce bylo zjistit, jaký může mít dopad přechod sportovce na veganské stravování. Zdali a jakým způsobem ovlivní jeho klidový metabolismus, složení těla a silové a vytrvalostní schopnosti. Prvním dílčím cílem bylo stručně charakterizovat vegetariánské stravování a zmínit jeho možný vliv na incidenci nebo léčbu různých typů onemocnění. Dále uvést efekt vegetariánského stravováni na sportovní výkon a jeho vliv na silové a vytrvalostní schopnosti. V poslední řadě zmínit limitace vegetariánského stravování a možné limitující živiny této stravy včetně doporučení pro jejich řešení. Veškerá teorie naplňující dílčí cíle je uvedena v kapitole *2 Syntéza poznatků*. Dále byly položeny 4 výzkumné otázky.

VO1: Jak se změní tělesné složení po přechodu na veganskou stravu?

Během 13týdenního sledovaného období došlo u probanda A k celkovému poklesu hmotnosti o 3,6 kg, což odpovídá 4% poklesu původní váhy. Dále došlo k úbytku svalové hmoty o 4,8 % z původního množství, tedy ke ztrátě 2,1 kg. Celkový úbytek tělesného tuku dosahoval 0,5 kg, což je 4% pokles původní hodnoty. Nedošlo ke změně procentuálního zastoupení tělesného tuku při výstupním měření a procentuální zastoupení tělesné vody se snížilo pouze o 0,1 %.

Na základě uvedených zjištění na VO1 odpovídáme: po přechodu na veganskou stravu došlo k poklesu tělesné hmotnosti, ztrátě svalové hmoty a ztrátě tělesného tuku.

VO2: Jaký vliv bude mít 13týdenní přechod na veganské stravování na klidový metabolismus?

Klidový energetický metabolismus postupně klesal v průběhu sledovaného období. Celkově klesl o 80 kcal/ den. V přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti tomu bylo naopak a došlo k jeho navýšení z 25,9 kcal/ kg/ den nejdříve na 26,2 kcal/ kg/ den při průběžném měření a při výstupním měření na 26 kcal/ kg/ den. Také klesla spotřeba kyslíku o 0,2 l/ min a zvýšil se výdej oxidu uhličitého o 0,4 l/ min. Respirační kvocient se zvýšil z 0,86 nejdříve na 0,88 při průběžném měření a nakonec na 1,06 při výstupním měření. Stejně tak vzrostla i utilizace sacharidů z 300 g/ den na 513 g/ den. Naopak se snížila utilizace bílkovin z 26 g/ den na 24 g/ den a tuků ze 102 g/ den na 0 g/ den.

Na základně výše uvedených údajů odpovídáme na VO2: vlivem 13týdenního přechodu na veganské stravování došlo ke snížení klidového energetického metabolismu, relativně při jeho vyjádření na kilogram tělesné hmotnosti došlo k jeho mírnému navýšení.

VO3: Jaký vliv bude mít 13týdenní přechod na veganské stravování na silové schopnosti sportovce?

Ruční dynamometrie ukázala zhoršení silových schopností probanda A, kdy pravá ruka se nejdříve zlepšila o 2,5 kg při průběžném měření a následně se zhoršila o 1 kg při výstupním měření ve srovnání se vstupní hodnotou, to odpovídá 1,5% zhoršení. U levé ruky došlo pouze ke zhoršení síly stisku, a to celkově o 6 kg, tedy k 10% zhoršení.

Na základě uvedených výsledků odpovídáme na VO3: 13týdenní přechod na veganskou stravu měl negativní vliv na silové schopnosti sportovce a došlo k jejich výslednému zhoršení.

Dalším měřením, který probandi absolvovali, byl Wingate test. Bylo naměřeno zhoršení maximální výkonu probanda A výsledně o 80 W, tedy o 5,5 % původní hodnoty. Při přepočtu maximálního výkonu na kilogram tělesné hmotnosti dosahovalo toto zhoršení 1,5 % původní hodnoty. Naopak tomu bylo u nejnižšího výkonu, který se nejdříve při průběžném měření zhoršil, ale při výsledném měření bylo zpozorováno zlepšení o 4 W neboli 0,8% zhoršení původní hodnoty. Stejně tomu bylo při přepočtu nejnižšího výkonu na kilogram tělesné hmotnosti, ten se nejdříve zhoršil a následně došlo k 3,5% zlepšení původní hodnoty. Byl měřen také čas do maximálního výkonu, který se výsledně zhoršil z 1,01 s na 2,21 s. Zhoršil se také maximální 5sekundový výkon, a to celkově o 69,4 W. Naopak došlo ke zlepšení průměrného 5sekundového výkonu o 9,1 W. Zlepšila se také rychlost únavy z 52,1 % na 49,3 %. Celková provedená práce se výsledně zhoršila o 0,1 kJ.

VO4: Jaký vliv bude mít 13tydenní přechod na veganské stravování na vytrvalostní schopnosti sportovce?

Výsledek běhu na 5 km je odpovědí na poslední výzkumnou otázku. Celkově proband A zlepšil svůj čas běhu na 5 km o 2 minuty a 48 sekund a dosáhl tedy 9,9% zlepšení původní hodnoty.

Podle výše uvedených zjištění odpovídáme na VO4: 13týdenní přechod na veganské stravování měl pozitivní vliv na vytrvalostní schopnosti sportovce, kdy došlo k jejich zlepšení.

Přechod na veganské stravování poznamenal také jídelníček probanda A, konkrétně zastoupení jednotlivých živin. Ve veganském jídelníčku probanda A je jasně viditelná preference sacharidů a tím navýšení jejích příjmu z 3,3 g/ kg až na 4,5 g/ kg, naopak došlo ke snížení příjmu tuků z 0,9 g/ kg až na 0,6 g/ kg. Příjem bílkovin se v Záznamu jídelníčku 2 zvýšil z 2,0 na 2,1 g/ kg a následně snížil v Záznamu jídelníčku 3 na 1,9 g/ kg. Pozitivně i negativně ovlivnilo veganské stravování příjem mikroživin. Došlo k eliminaci příjmu cholesterolu a sodíků, což považujeme za pozitivní změnu. Naopak došlo k minimálnímu zastoupení vitamínu B12, vitamínu D a ke snížení příjmu vápníku, čímž se projevil negativní vliv veganské stravy. Pozitivní dopad měl veganský jídelníček na příjem ovoce a zeleniny ve stravě, a tím i zvýšený příjem vitamínu C.

LITERATURA

BAGUET, Audrey, a kol. Effects of sprint training combined with vegetarian or mixed diet on muscle carnosine content and buffering capacity. *European journal of applied physiology*, 2011, 111.10: 2571-2580.

BARNARD, Neal D., a kol. Vegetarian and vegan diets in type 2 diabetes management. *Nutrition reviews*, 2009, 67.5: 255-263.

BARR, Susan I.; RIDEOUT, Candice A. Nutritional considerations for vegetarian athletes. *Nutrition*, 2004, 20.7-8: 696-703.

BIOSPACE. InBody 770 [online]. , 12. Dostupné z: https://www.inbody.cz/katalog_inbody770.pdf

BISSOLI, Luisa, a kol. Resting metabolic rate and thermogenic effect of food in vegetarian diets compared with Mediterranean diets. *Annals of nutrition and metabolism*, 1999, 43.3: 140-144.

BURKE, DARREN G., a kol. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2003, 35.11: 1946-1955.

CARLSON, E., a kol. A comparative evaluation of vegan, vegetarian and omnivore diets. *Journal of Plant Foods*, 1985, 6.2: 89-100.

CLARYS, P.; DERIEMAEKER, P.; HEBBELINCK, M. Physical fitness and health-related parameters in vegetarian and omnivorous students. *Nutrition & Food Science*, 2000.

CLARYS, Peter, a kol. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*, 2014, 6.3: 1318-1332.

Cortex MetaLyzer 3B. *Compek Medical Services* [online]. [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: http://www.compek.cz/cortex-metalyzer.htm

CRADDOCK, Joel C.; PROBST, Yasmine C.; PEOPLES, Gregory E. Vegetarian and omnivorous nutrition—Comparing physical performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 2016, 26.3: 212-220.

CRADDOCK, Joel. C., a kol. Plant-based eating patterns and endurance performance: A focus on inflammation, oxidative stress and immune responses. *Nutrition Bulletin*, 2020, DOI: 10.1111/nbu.12427. ISSN 1471-9827.

CRAIG, Winston J. Health effects of vegan diets. *The American journal of clinical nutrition*, 2009, 89.5: 1627S-1633S.

DAVIS, Brenda a Vesanto MELINA. *Becoming vegan: the complete reference to plant-based nutrition. Comprehensive edition. Summertown, Tennessee:* Book Publishing Company, [2014]. ISBN isbn978-1-57067-297-2.

Dynamometr analogový. *Weve-Reha* [online]. [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: http://www.weve-reha.cz/cz/lekarska-diagnostika/dynamometry/530a30d94a922-dynamometr-analogovy

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal*, 2016, 14.10: e04547.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. *EFSA Journal*, 2015d, 13.7: 4186.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for iron. *EFSA Journal*, 2015b, 13.10: 4254.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for zinc. *EFSA Journal*, 2014a, 12.10: 3844.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for iodine. *EFSA Journal*, 2014b, 12.5: 3660.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for calcium. *EFSA Journal*, 2015c, 13.5: 4101.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION, AND ALLERGIES (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA journal*, 2010a, 8.3: 1462.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION, AND ALLERGIES (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for cobalamin (vitamin B12). *EFSA Journal*, 2015a, 13.7: 4150.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION, AND ALLERGIES (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 2010b, 8.3: 1461.

FUHRMAN, Joel; FERRERI, Deana M. Fueling the vegetarian (vegan) athlete. *Current sports medicine reports*, 2010, 9.4: 233-241.

GROSSHAUSEROVÁ, Mareike. *Sportovní výživa pro vegetariány a vegany*. 1. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5527-4

HE, Feng J., a kol. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *Journal of human hypertension*, 2007, 21.9: 717-728.

KEY, Timothy J.; APPLEBY, Paul N.; ROSELL, Magdalena S. Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2006, 65.1: 35-41.

LEISCHIK, Roman; SPELSBERG, Norman. Vegan triple-ironman (raw vegetables/fruits). *Case reports in cardiology*, 2014, 2014.

LIS, Dana M.; KINGS, Daniel; LARSON-MEYER, D. Enette. Dietary practices adopted by track-and-field athletes: Gluten-free, low FODMAP, vegetarian, and fasting. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 2019, 29.2: 236-245.

Lode Excalibur Sport. *Compek Medical Services* [online]. [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: http://www.compek.cz/ergometr-excalibur-sport.htm

LOUCKS, Anne B. Energy balance and body composition in sports and exercise. *Journal of sports sciences*, 2004, 22.1: 1-14.

LYNCH, Heidi M.; WHARTON, Christopher M.; JOHNSTON, Carol S. Cardiorespiratory fitness and peak torque differences between vegetarian and omnivore endurance athletes: A cross-sectional study. *Nutrients*, 2016, 8.11: 726.

LYNCH, Heidi; JOHNSTON, Carol; WHARTON, Christopher. Plant-based diets: Considerations for environmental impact, protein quality, and exercise performance. *Nutrients*, 2018, 10.12: 1841.

MARSH, Kate A.; MUNN, Elizabeth A.; BAINES, Surinder K. Protein and vegetarian diets. *Med J Aust*, 2013, 199.4 Suppl: S7-S10.

MASON, Diane M. a Janet T. MULLINS. *Vegetarian 101: History, Health and Tips* [online]. University of Kentucky Cooperative Extension, 2016, , 6 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: http://www2.ca.uky.edu/hes/fcs/factshts/FN-AP-041.pdf

MELINA, Vesanto; CRAIG, Winston; LEVIN, Susan. Position of the academy of nutrition and dietetics: vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2016, 116.12: 1970-1980.

MENG, Kun, a kol. The risk of low energy availability in Chinese elite and recreational female aesthetic sports athletes. J*ournal of the International Society of Sports Nutrition*, 2020, 17.1: 1-7.

NADIMI, Hoda, a kol. Association of vegan diet with RMR, body composition and oxidative stress. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2013, 12.3: 311-318.

NEBL, Josefine, a kol. Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2019, 16.1: 23.

NutriData. *NutriPro* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: https://nutripro.cz/produkty/nutridata

OLECKÁ, Ivana; IVANOVÁ, Kateřina. Případová studie jako výzkumná metoda ve vědách o člověku. *Metodologie výzkumné práce*, 2010.

PEKROVÁ, Jana. *Veganství z pohledu nutričního terapeuta* [online]. Brno, 2019 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/fhm2n/>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce Petra Hýsková.

POEHLMAN, Eric T., a kol. Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in vegetarians and nonvegetarians. *The American journal of clinical nutrition*, 1988, 48.2: 209-213.

REED, Krista. Are there differences between strength-trained women following plant-based versus omnivorous diets? A pilot study examining anaerobic fitness, strength, body composition, and physical activity. 2019.

RIZZO, Nico S., a kol. Vegetarian dietary patterns are associated with a lower risk of metabolic syndrome: the adventist health study 2. *Diabetes care*, 2011, 34.5: 1225-1227.

ROGERSON, David. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Vol 14, Iss 1, Pp 1-15 (2017) [online]. 2017, 14(1), 1-15 [cit. 2018-10-07]. DOI: 10.1186/s12970-017-0192-9. ISSN 15502783.

ROSELL, M., a kol. Weight gain over 5 years in 21 966 meat-eating, fish-eating, vegetarian, and vegan men and women in EPIC-Oxford. *International journal of obesity*, 2006, 30.9: 1389-1396.

ROUBÍK, Lukáš a kol. *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport, 2018. ISBN 9788090568556.

SABATÉ, Joan; WIEN, Michelle. A perspective on vegetarian dietary patterns and risk of metabolic syndrome. *British Journal of Nutrition*, 2015, 113.S2: S136-S143.

SIEDLECKA, Dagna, a kol. Role of vegan and vegetarian diets in type 2 diabetes. *Journal of Education, Health and Sport*, 2019, 9.7: 344-348.

VANACORE, Daniela, a kol. Effect of restriction vegan diet's on muscle mass, oxidative status, and myocytes differentiation: A pilot study. *Journal of cellular physiology*, 2018, 233.12: 9345-9353.

VENDERLEY, Angela M.; CAMPBELL, Wayne W. Vegetarian diets. *Sports medicine*, 2006, 36.4: 293-305.

WANG, Fenglei, a kol. Effects of vegetarian diets on blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Heart Association*, 2015, 4.10: e002408.

Seznam příloh

Příloha č. 1: Informace pro účastníky výzkumu 6
Příloha č. 2: Prohlášení a souhlas účastníku s jejich zapojením do výzkumu 6
Příloha č. 3: Výsledky vstupního InBody testu probanda A 6
Příloha č. 4: Výsledky průběžného InBody testu probanda A 6
Příloha č. 5: Výsledky výstupního InBody testu probanda A 6
Příloha č. 6: Záznam jídelníčku 1 probanda A z 11.11.2019 6
Příloha č. 7: Záznam jídelníčku 2 probanda A z 27.12.2019 6
Příloha č. 8: Záznam jídelníčku 3 probanda A z 3.2.2020 6

Seznam obrázků

Obrázek 1: Proband B při nepřímé kalorimetrii 34
Obrázek 2: Proband A před Wingate testem 36
Obrázek 3: Snímek obrazovky po absolvování běhu probanda A z aplikace Garmin 37
Obrázek 4: Harmonogram výzkumu 38
Obrázek 5: Utilizace živin při vstupním měření 43
Obrázek 6: Utilizace živin při průběžném měření 43
Obrázek 7: Utilizace živin při výstupním měření 43
Obrázek 8: Poměr přijatých živin ze Záznamu jídelníčku 1 48
Obrázek 9: Poměr přijatých živin ze Záznamu jídelníčku 2 49
Obrázek 10: Poměr přijatých živin ze Záznamu jídelníčku 3 49

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky analýzy tělesného složení probanda A 41
Tabulka 2: Výsledky nepřímé kalorimetrie probanda A 42
Tabulka 3: Výsledky ruční dynamometrie probanda A 44
Tabulka 4: Výsledky Wingate testu probanda A 45
Tabulka 5: Výsledky běhu na 5 km probanda A 47
Tabulka 6: Porovnání přijaté energie a makroživin z jídelních záznamů probanda A 48
Tabulka 7: Porovnání příjmu makroživin relativně na kilogram tělesné hmotnosti z jídelních záznamů 50
Tabulka 8: Porovnání přijatých mikroživin, ovoce a zeleniny z jídelních záznamů probanda A 50

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Informace pro účastníky výzkumu

INFORMACE PRO ÚČASTNÍKY VÝZKUMU

Název a adresa fakulty Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity
Kamenice 5
62500 Brno

Hlavní řešitel Michaela Beníčková (UČO 469727)
Regenerace a výživa ve sportu 3.ročník
469727@mail.muni.cz

Vedoucí práce doc. Mgr. Michal Kumstát, Ph.D. (Katedra podpory zdraví)
99639@mail.muni.cz
telefon: 549 49 6217

Název práce: Změny ve vybraných fyziologických ukazatelích a složení těla při přechodu na veganskou stravu

Cíl výzkumu: Hlavním cílem práce je zjistit, jaký může mít dopad přechod sportovce na veganské stravování. Zdali a jakým způsobem ovlivní jeho klidový metabolismus, složení těla a silové a vytrvalostní schopnosti.

Popis způsobu zapojení zkoumaných osob ve výzkumu: Délka celého výzkumu je 13 týdnů. Testované osoby se 3x podrobí měření, které se skládá z InBody testu, nepřímé kalorimetrie, Wingate testu, ruční dynamometrie a běhu na 5 km. Obě osoby celkem 3x zaznamenají svůj jídelníček v aplikaci Kalorické tabulky – 1x před začátkem výzkumu a 2x v průběhu. Jedna z testovaných osob přejde v den vstupního měření na veganské stravování (proband A), které bude dodržovat po celou dobu výzkumu. Úkolem obou testovaných osob je se stravovat na podobném kalorickém příjmu a množství makroživin průběhu jako před začátkem studie. Také by testované osoby neměly měnit svou pohybovou aktivitu v průběhu sledovaného období.

Zdravotní rizika: Výzkum by neměl testovaným osobám přinášet žádná zdravotní rizika. Vzhledem k tomu, že měření v laboratoři probíhá vždy pod odborným dozorem a

jinak se jejich režim téměř nemění. Proband A, který se se začátkem studie začne stravovat vegansky, byl poučen o základních principech veganského stravování.

Způsob zpracování osobních dat: S Vašimi osobními údaji bude nakládáno jako s přísně důvěrnými podle zásad pro ochranu osobních údajů, v souladu s platnými právními předpisy České republiky. K Vašim osobním údajům budou mít přístup pouze pověření vědečtí pracovníci účastnící se této studie. Jsou povinni zajišťovat a zachovávat důvěrnost Vašich osobních údajů. Budou Vás na Vaši žádost informovat, které údaje o Vás shromažďují a za jakým účelem. Máte právo nahlížet do záznamů vedených o své osobě.

Dobrovolnost: Vaše účast ve výzkumu je dobrovolná, výzkum můžete kdykoliv bez uvedení důvodu opustit, aniž by tomu řešitelé bránili.

Příloha č. 2: Prohlášení a souhlas účastníku s jejich zapojením do výzkumu

PROHLÁŠENÍ A SOUHLAS ÚČASTNÍKŮ S JEJICH ZAPOJENÍM DO VÝZKUMU

Prohlašuji, že jsem byl informován a pochopil jsem smysl tohoto výzkumu a způsob svého zapojení do něho (jak je psáno v Informacích pro účastníky výzkumu).

Souhlasím se zapojením do tohoto výzkumu, zapojuji se dobrovolně a bez nátlaku.

Souhlasím s publikací výsledků výzkumu, které neumožní identifikaci mé osoby.

Svůj souhlas se zapojením do výzkumu potvrzuji svým podpisem.

Jméno a podpis

……..

V Brně 15.11.2019 ……...

Příloha č. 3: Výsledky vstupního InBody testu probanda A

InBody

ID	Výška	Věk	Pohlaví	Datum / Čas Testu
191115-4	187cm	22	Muž	2019.11.15. 12:13

Analýza Složení Těla

		Hodnoty	Celková Tělesná Voda	Měkká Svalová Hmota	Hmota Bez Tuku	Hmotnost
Celková Tělesná Voda	(L)	55,6 (43,3~52,9)	55,6			
Bílkovina	(kg)	15,1 (11,6~14,2)		71,7 (55,5~67,9)	76,1 (58,9~71,9)	88,4 (65,4~88,4)
Minerály	(kg)	5,42 (4,00~4,89)				
Množství Tělesného Tuku	(kg)	12,3 (9,2~18,5)				

Analýza Sval-Tuk

		Pod	Normální	Nad
Hmotnost	(kg)	88,4		
Hmotnost Kosternich Svalů	(kg)	43,6		
Množství Tělesného Tuku	(kg)	12,3		

Analýza Obezity

		Pod	Normální	Nad
BMI Index Tělesné Hmotnosti	(kg/m²)	25,3		
Procento tělesného tuku	(%)	13,9		

Segmentální analýza svaloviny

Základající se na ideální hmotnosti — Základající se na aktuální hmotnosti

		Pod	Normální	Nad	Poměr ECW
Pravá Paže	(kg) (%)	4,52 118,7			0,375
Levá Paže	(kg) (%)	4,36 114,5			0,375
Trup	(kg) (%)	32,8 108,1			0,370
Pravá Noha	(kg) (%)	11,76 111,1			0,367
Levá Noha	(kg) (%)	11,77 111,2			0,373

Analýza ECW Poměru

	Pod	Normální	Nad
Poměr ECW	0,371		

Historie Složení Těla

Hmotnost	(kg)	88,4
Hmotnost Kosternich Svalů	(kg)	43,6
Procento tělesného tuku	(%)	13,9
Poměr ECW		0,371

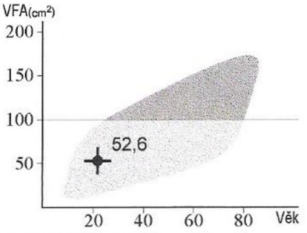
☑ Předchozí ☐ Celkem 19.11.15. 12:13

Výsledek InBody

91 /100 Bodů

* Celkový výsledek, který odráží zhodnocení složení těla. Svalnatá osoba může mít výsledek nad 100 bodů.

Objem Viscerálního Tuku



Kontrola Hmotnosti

Cílová Hmotnost	88,4 kg
Kontrola Hmotnosti	0,0 kg
Kontrola Tuku	0,0 kg
Kontrola Svalová	0,0 kg

Segmentová Analýza Tuku

Pravá Paže	(0,4 kg)	62,7%
Levá Paže	(0,5 kg)	72,5%
Trup	(6,7 kg)	137,8%
Pravá Noha	(1,8 kg)	89,0%
Levá Noha	(1,7 kg)	88,0%

Parametry prohledávání

Nitrobuněčná Voda	35,0 L	(26,8~32,8)
Mimobuněčná Voda	20,6 L	(16,5~20,1)
Bazální Metabolická Míra	2013 kcal	(1831~2155)
Poměr Obvodu Pasu a Hýždí	0,85	(0,80~0,90)
Buněčná hmota v těle	50,1 kg	(38,4~47,0)

Výsledky Interpretace QR Kódu

Naskenujte QR kód a výsledky zobrazte podrobněji.

Fáze celého těla úhel

ϕ 50 kHz 6,9 °

Impedance

	PP	LP	TR	PN	LN
Z(Ω) 1 kHz	301,0	312,5	26,1	267,2	259,0
5 kHz	290,9	302,0	25,0	259,2	252,0
50 kHz	247,6	258,5	19,9	218,3	214,8
250 kHz	222,1	233,1	16,0	194,1	191,8
500 kHz	215,1	225,6	14,9	189,0	186,6
1000 kHz	210,6	220,9	14,2	184,6	182,9

Ver.LookinBody120.3.0.1.7 - S/N: C71700246

Copyright © 1996~ by InBody Co., Ltd. All rights reserved. BR-Czech-C7-B-140703

Příloha č. 4: Výsledky průběžného InBody testu probanda A

InBody

ID	Výška	Věk	Pohlaví	Datum / Čas Testu
191115-4	187cm	22	Muž	2019.12.12. 12:17

Analýza Složení Těla

		Hodnoty	Celková Tělesná Voda	Měkká Svalová Hmota	Hmota Bez Tuku	Hmotnost
Celková Tělesná Voda	(L)	54,8 (43,3~52,9)	54,8			
Bílkovina	(kg)	14,9 (11,6~14,2)		70,6 (55,5~67,9)	75,0 (58,9~71,9)	87,0 (65,4~88,4)
Minerály	(kg)	5,30 (4,00~4,89)	nekostní			
Množství Tělesného Tuku	(kg)	12,0 (9,2~18,5)				

Analýza Sval-Tuk

		Pod	Normální	Nad
Hmotnost	(kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205 %	87,0	
Hmotnost Kosternich Svalů	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 %	42,8	
Množství Tělesného Tuku	(kg)	40 60 80 100 160 220 280 340 400 460 520 %	12,0	

Analýza Obezity

		Pod	Normální	Nad
BMI	(kg/m²)	10,0 15,0 18,5 22,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 55,0	24,9	
Procento tělesného tuku	(%)	0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	13,8	

Segmentální analýza svaloviny

Zakládající se na ideální hmotnosti — Zakládající se na aktuální hmotnosti

		Pod	Normální	Nad	Poměr ECW
Pravá Paže	(kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 %	4,42		0,378
	(%)		116,6		
Levá Paže	(kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 %	4,23		0,377
	(%)		111,7		
Trup	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 %	32,1		0,373
	(%)		106,4		
Pravá Noha	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 %	11,75		0,371
	(%)		111,5		
Levá Noha	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 %	11,75		0,375
	(%)		111,6		

Analýza ECW Poměru

	Pod	Normální	Nad
Poměr ECW	0,320 0,340 0,360 0,380 0,390 0,400 0,410 0,420 0,430 0,440 0,450	0,374	

Historie Složení Těla

		19.11.15. 12:13	19.12.12. 12:17
Hmotnost	(kg)	88,4	87,0
Hmotnost Kosternich Svalů	(kg)	43,6	42,8
Procento tělesného tuku	(%)	13,9	13,8
Poměr ECW		0,371	0,374

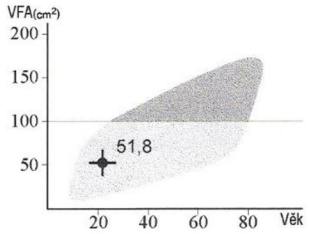
☑ Předchozí ☐ Celkem

Výsledek InBody

90 / 100 Bodů

* Celkový výsledek, který odráží zhodnocení složení těla. Svalnatá osoba může mít výsledek nad 100 bodů.

Objem Viscerálního Tuku



Kontrola Hmotnosti

Cílová Hmotnost	87,0	kg
Kontrola Hmotnosti	0,0	kg
Kontrola Tuku	0,0	kg
Kontrola Svalová	0,0	kg

Segmentová Analýza Tuku

Pravá Paže	(0,4 kg)	63,5%
Levá Paže	(0,5 kg)	73,7%
Trup	(6,4 kg)	132,5%
Pravá Noha	(1,8 kg)	88,2%
Levá Noha	(1,7 kg)	87,5%

Parametry prohledávání

Nitrobuněčná Voda	34,4 L	(26,8~32,8)
Mimobuněčná Voda	20,4 L	(16,5~20,1)
Bazální Metabolická Míra	1990 kcal	(1808~2127)
Poměr Obvodu Pasu a Hýždí	0,84	(0,80~0,90)
Buněčná hmota v těle	49,2 kg	(38,4~47,0)

Výsledky Interpretace QR Kódu

Naskenujte QR kód a výsledky zobrazte podrobněji.

Fáze celého těla úhel

ϕ(°) 50 kHz 6,5

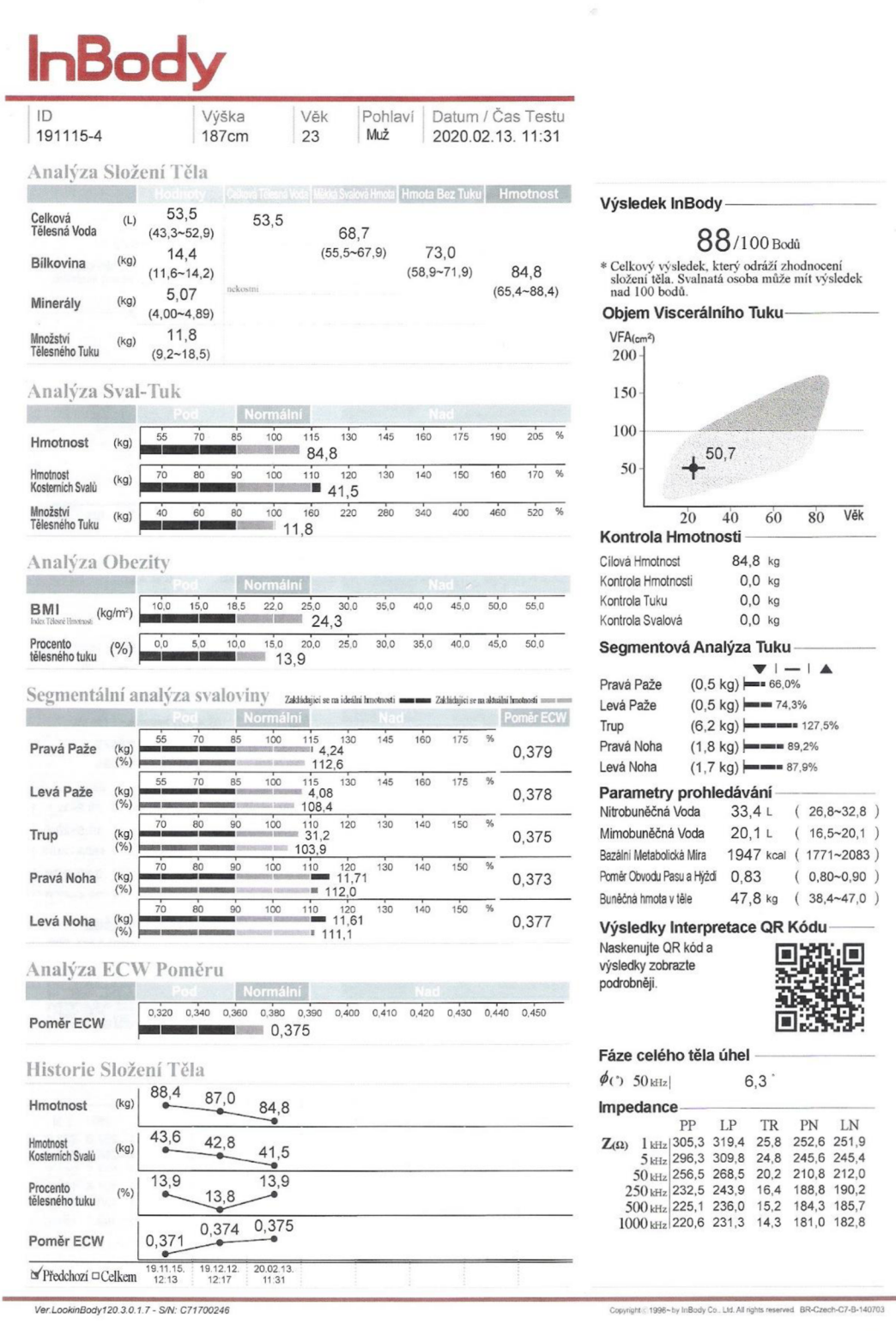
Impedance

Z(Ω)	PP	LP	TR	PN	LN
1 kHz	297,8	315,1	25,4	257,6	252,9
5 kHz	290,1	305,2	24,4	250,9	246,4
50 kHz	250,2	263,3	19,8	214,7	211,7
250 kHz	225,5	238,4	16,0	191,4	189,2
500 kHz	218,6	230,8	14,8	186,8	184,6
1000 kHz	214,2	226,2	13,9	183,1	181,7

Ver.LookinBody120.3.0.1.7 - S/N: C71700246

Copyright © 1996~ by InBody Co., Ltd. All rights reserved. BR-Czech-C7-B-140703

Příloha č. 5: Výsledky výstupního InBody testu probanda A



InBody

ID	Výška	Věk	Pohlaví	Datum / Čas Testu
191115-4	187cm	23	Muž	2020.02.13. 11:31

Analýza Složení Těla

		Hodnoty	Celková Tělesná Voda	Měkká Svalová Hmota	Hmota Bez Tuku	Hmotnost
Celková Tělesná Voda	(L)	53,5 (43,3~52,9)	53,5			
Bílkovina	(kg)	14,4 (11,6~14,2)		68,7 (55,5~67,9)	73,0 (58,9~71,9)	84,8 (65,4~88,4)
Minerály	(kg)	5,07 (4,00~4,89)				
Množství Tělesného Tuku	(kg)	11,8 (9,2~18,5)				

Analýza Sval-Tuk

		Pod / Normální / Nad	
Hmotnost	(kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205 %	84,8
Hmotnost Kosterních Svalů	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 %	41,5
Množství Tělesného Tuku	(kg)	40 60 80 100 160 220 280 340 400 460 520 %	11,8

Analýza Obezity

		Pod / Normální / Nad	
BMI Index Tělesné Hmotnosti	(kg/m²)	10,0 15,0 18,5 22,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 55,0	24,3
Procento tělesného tuku	(%)	0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	13,9

Segmentální analýza svaloviny

Základající se na ideální hmotnosti — Základající se na aktuální hmotnosti

		Pod / Normální / Nad	Poměr ECW
Pravá Paže	(kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 % — 4,24	0,379
	(%)	112,6	
Levá Paže	(kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 % — 4,08	0,378
	(%)	108,4	
Trup	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 % — 31,2	0,375
	(%)	103,9	
Pravá Noha	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 % — 11,71	0,373
	(%)	112,0	
Levá Noha	(kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 % — 11,61	0,377
	(%)	111,1	

Analýza ECW Poměru

	Pod / Normální / Nad	
Poměr ECW	0,320 0,340 0,360 0,380 0,390 0,400 0,410 0,420 0,430 0,440 0,450	0,375

Historie Složení Těla

		19.11.15. 12:13	19.12.12. 12:17	20.02.13. 11:31
Hmotnost	(kg)	88,4	87,0	84,8
Hmotnost Kosterních Svalů	(kg)	43,6	42,8	41,5
Procento tělesného tuku	(%)	13,9	13,8	13,9
Poměr ECW		0,371	0,374	0,375

☑ Předchozí ☐ Celkem

Výsledek InBody

88/100 Bodů

* Celkový výsledek, který odráží zhodnocení složení těla. Svalnatá osoba může mít výsledek nad 100 bodů.

Objem Viscerálního Tuku

Kontrola Hmotnosti

Cílová Hmotnost	84,8	kg
Kontrola Hmotnosti	0,0	kg
Kontrola Tuku	0,0	kg
Kontrola Svalová	0,0	kg

Segmentová Analýza Tuku

Pravá Paže	(0,5 kg)	66,0%
Levá Paže	(0,5 kg)	74,3%
Trup	(6,2 kg)	127,5%
Pravá Noha	(1,8 kg)	89,2%
Levá Noha	(1,7 kg)	87,9%

Parametry prohledávání

Nitrobuněčná Voda	33,4 L	(26,8~32,8)
Mimobuněčná Voda	20,1 L	(16,5~20,1)
Bazální Metabolická Míra	1947 kcal	(1771~2083)
Poměr Obvodu Pasu a Hýždí	0,83	(0,80~0,90)
Buněčná hmota v těle	47,8 kg	(38,4~47,0)

Výsledky Interpretace QR Kódu

Naskenujte QR kód a výsledky zobrazte podrobněji.

Fáze celého těla úhel

ϕ(°) 50 kHz 6,3

Impedance

Z(Ω)	PP	LP	TR	PN	LN
1 kHz	305,3	319,4	25,8	252,6	251,9
5 kHz	296,3	309,8	24,8	245,6	245,4
50 kHz	256,5	268,5	20,2	210,8	212,0
250 kHz	232,5	243,9	16,4	188,8	190,2
500 kHz	225,1	236,0	15,2	184,3	185,7
1000 kHz	220,6	231,3	14,3	181,0	182,8

Ver.LookinBody120.3.0.1.7 - S/N: C71700246

Copyright © 1996~ by InBody Co., Ltd. All rights reserved. BR-Czech-C7-B-140703

Příloha č. 6: Záznam jídelníčku 1 probanda A z 11.11.2019

Jídlo: Snídaně (09:00)	Energie: 2443 kJ / 584 kcal	Sacharidy: 2 g (= 0 VJ)	Cukry: 2 g	Tuky: 47 g	Bílkoviny: 39 g
Vejce slepičí syrové			4 ×	1 střední (vel. M)	= 232 g
Olivy, nakládané, v konzervách nebo zavařené, zelené, průměr			80 ×	1g	= 80 g
Ementál 45%			30 ×	1g	= 30 g

Jídlo: Oběd (12:30)	Energie: 3141 kJ / 751 kcal	Sacharidy: 123 g (= 12 VJ)	Cukry: 3 g	Tuky: 12 g	Bílkoviny: 38 g
Rýže parboiled, zrna, syrová			150 ×	1g	= 150 g
Olej olivový			10 ×	1g	= 10 g
Okurka, okurky, syrové, průměr			50 ×	1g	= 50 g
Kuřecí prsa, maso bez kůže, pečené, gril, restované, průměr			1 ×	1 běžná porce v restauraci	= 150 g

Jídlo: Svačina (14:30)	Energie: 548 kJ / 131 kcal	Sacharidy: 1 g (= 0 VJ)	Cukry: 0 g	Tuky: 1 g	Bílkoviny: 28 g
Proteinový prášek, POWERPLAY High Protein 90, Čokoláda, Isostar				35 × 1g	= 35 g

Jídlo: Večeře (17:37)	Energie: 3038 kJ / 726 kcal	Sacharidy: 107 g (= 11 VJ)	Cukry: 7 g	Tuky: 9 g	Bílkoviny: 55 g
Těstoviny semolinové 100%, Víte, co jíte			150 ×	1g	= 150 g
Kečup Hellmann's, se sladidlem stévie, nízkokalorický			2 ×	1 polévková lžíce	= 30 g
Sýr tvrdý, eidam, 30 % t.v.s., průměr			2 ×	1 plátek	= 30 g
Kuřecí prsa, maso bez kůže, pečené, gril, restované, průměr			1 ×	1 běžná porce v restauraci	= 150 g

Jídlo: Druhá večeře (20:30)	Energie: 1885 kJ / 450 kcal	Sacharidy: 58 g (= 6 VJ)	Cukry: 19 g	Tuky: 16 g	Bílkoviny: 17 g
Ovesné vločky, průměr, suché			60 ×	1g	= 60 g
Ořechy, mandle, sušené, ve slupce, průměr			20 ×	1g	= 20 g
Kefírové mléko nízkotučné, 1,2% tuku			150 ×	1g	= 150 g
Kakao Granko - prášek (Orion)			3 ×	1 lžíce rovná	= 15 g

Celkem 11055 kJ / 2642 kcal

Příloha č. 7: Záznam jídelníčku 2 probanda A z 27.12.2019

Jídlo: Snídaně (08:58)	Energie: 2180 kJ / 521 kcal	Sacharidy: 51 g (= 5 V))	Cukry: 4 g	Tuky: 19 g	Bílkoviny: 39 g
Ovesné vločky, průměr, suché				70 × 1g	= 70 g
Sójový protein izolát (připraven se sodíkem)				30 × 1g	= 30 g
Ořechy, mandle, sušené, ve slupce, průměr				25 × 1g	= 25 g
Maliny, syrové, průměr				70 × 1g	= 70 g

Jídlo: Oběd (12:00)	Energie: 4667 kJ / 1115 kcal	Sacharidy: 147 g (= 15 V))	Cukry: 7 g	Tuky: 34 g	Bílkoviny: 63 g
Těstoviny, makarony (kolínka), celozrnné, suché				150 × 1g	= 150 g
Červená čočka, loupaná, půlená				50 × 1g	= 50 g
Mrkev, syrová, průměr				1 × 100g	= 100 g
Seitan natural Sunfood (gluten meat)				1 × 100g	= 100 g
Droždí lahůdkové, COUNTRY LIFE				5 × 1g	= 5 g
Olej olivový				30 × 1g	= 30 g

Jídlo: Svačina (15:04)	Energie: 1320 kJ / 315 kcal	Sacharidy: 44 g (= 4 V))	Cukry: 3 g	Tuky: 5 g	Bílkoviny: 21 g
Tesco Toustový chléb celozrnný 500g				1 × 100g	= 100 g
Seitan natural Sunfood (gluten meat)				0,5 × 100g	= 50 g

Jídlo: Večeře (18:09)	Energie: 2463 kJ / 589 kcal	Sacharidy: 55 g (= 6 V))	Cukry: 10 g	Tuky: 18 g	Bílkoviny: 42 g
Čočka, červená, syrová				50 × 1g	= 50 g
Seitan natural Sunfood (gluten meat)				90 × 1g	= 90 g
Bramborový salát, doma připravovaný, průměr				1 × 1 běžná porce v restauraci	= 200 g
Mrkev, syrová, průměr				1 × 100g	= 100 g

Jídlo: Druhá večeře (20:11)	Energie: 394 kJ / 94 kcal	Sacharidy: 2 g (= 0 V))	Cukry: 0 g	Tuky: 0 g	Bílkoviny: 20 g
Vegan Protein 3 Stack, Vanilka, Z-Konzept Nutrition				25 × 1g	= 25 g

Celkem 11023 kJ / 2635 kcal

Příloha č. 8: Záznam jídelníčku 3 probanda A z 3.2.2020

Jídlo: Snídaně (08:03)	**Energie: 1720 kJ / 411 kcal**	**Sacharidy: 36 g (= 4 VJ)**	Cukry: 2 g	**Tuky: 15 g**		**Bílkoviny: 30 g**
Tofu chilli, Lunter, bezlepkové				180 ×	1g	= 180 g
Droždí lahůdkové, COUNTRY LIFE				3 ×	1g	= 3 g
Sojové boby, zelené (edamame), syrové				10 ×	1g	= 10 g
Kaiserka natural, Tesco				1 ×	1 kus	= 65 g
Jídlo: Přesnídávka (12:05)	**Energie: 844 kJ / 202 kcal**	**Sacharidy: 25 g (= 3 VJ)**	Cukry: 12 g	**Tuky: 1 g**		**Bílkoviny: 25 g**
Vegan Protein 3 Stack, Vanilka, Z-Konzept Nutrition				1 ×	1 porce	= 30 g
Banán, syrový, jedlý podíl, různé druhy, průměr				1 ×	100g	= 100 g
Jídlo: Oběd (15:06)	**Energie: 3953 kJ / 945 kcal**	**Sacharidy: 155 g (= 15 VJ)**	Cukry: 8 g	**Tuky: 13 g**		**Bílkoviny: 49 g**
Rýže parboiled, zrna, syrová				150 ×	1g	= 150 g
Seitan natural Sunfood (gluten meat)				1 ×	100g	= 100 g
Cizrna, vařená				150 ×	1g	= 150 g
Olivy, nakládané, v konzervách nebo zavařené, zelené, průměr				50 ×	1g	= 50 g
Jídlo: Večeře (18:14)	**Energie: 3863 kJ / 923 kcal**	**Sacharidy: 137 g (= 14 VJ)**	Cukry: 11 g	**Tuky: 15 g**		**Bílkoviny: 58 g**
Seitan natural Sunfood (gluten meat)				1 ×	100g	= 100 g
Olivy, nakládané, v konzervách nebo zavařené, zelené, průměr				50 ×	1g	= 50 g
Cizrna, vařená				150 ×	1g	= 150 g
Těstoviny semolinové 100%, Víte, co jíte				150 ×	1g	= 150 g
Jídlo: Druhá večeře (20:16)	**Energie: 838 kJ / 200 kcal**	**Sacharidy: 25 g (= 3 VJ)**	Cukry: 21 g	**Tuky: 10 g**		**Bílkoviny: 3 g**
Čokoláda hořká, 70%, Coop Premium				24 ×	1g	= 24 g
Pomeranč, různé druhy, syrový, jedlý podíl, průměr				150 ×	1g	= 150 g

Celkem 11218 kJ / 2681 kcal