

**Univerzita Karlova**

**1. lékařská fakulta**

Studijní program: Výživa dospělých a dětí

Studijní obor: Výživa dospělých a dětí



**UNIVERZITA KARLOVA**  
**1. lékařská fakulta**

**Bc. et Bc. Jana Dittrichová**

Navýšení svalové hmoty v období remise u pacientů s Crohnovou chorobou

*Increase in muscle mass during remission in patients with Crohn's disease*

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce: MUDr. Jarmila Křížová, Ph.D.

Oponent: MUDr. Marek Šatný

Praha, 2023

## **Prohlášení:**

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

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

V Praze, 29. 11. 2023

Bc. et Bc. Jana Dittrichová

**Identifikační záznam:**

DITTRICHOVÁ, Jana. *Navýšení svalové hmoty v období remise u pacientů s Crohnovou chorobou. [Increase in muscle mass during remission in patients with Crohn's disease.]*. Praha, 2023. 83 s., 7 příl. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, 3. interní klinika VFN v Praze. Vedoucí závěrečné práce Křížová, Jarmila.

## **Poděkování**

Velice děkuji MUDr. Jarmile Křížové, Ph. D. za odborné vedení práce, konstruktivní rady a připomínky a za výbornou komunikaci.

Dále bych chtěla velmi poděkovat všem účastníkům studie, kteří věnovali svůj čas a péči svému zdraví.

Děkuji též svému manželovi, dětem a rodičům za veškerou podporu.

## **Abstrakt:**

Pacienti s Crohnovou chorobou v období akutní fáze ztrácí velké množství svalové hmoty. Množství svalové hmoty určuje fyzickou zdatnost jedince, kvalitu života a zlepšuje prognózu onemocnění.

Teoretická část předkládané práce se zaměřuje na důležitost množství svalové hmoty, její růst v souvislosti s příjmem bílkovin, problematiku Crohnovy choroby a navyšování svalové hmoty v období remise.

V praktické části práce bylo cílem zjistit, kolik kilogramů pacienti s Crohnovou chorobou obvykle ztrácí během akutní fáze nemoci a porovnat to s úbytkem hmotnosti u pacientů s ulcerózní kolitidou. Cílem též bylo ověřit, jaký vliv má u pacientů s Crohnovou chorobou edukace příjmu bílkovin a doporučení frekvence a druhu cvičení na nárůst svalové hmoty, zvýšení svalové síly a rychlost chůze.

V praktické části bylo zjištěno, že pacienti s Crohnovou chorobou ztrácí během akutní části nemoci 11,79–16,29 kg. Ve studii s edukací se každý participant zúčastnil 2 měření s rozestupem 4–6 týdnů. Zkoumané parametry byly: množství svalové hmoty, test chůze na 4 metry, síla stisku ruky. Participantů byli po 1. měření edukováni o příjmu bílkovin a aerobním a silovém cvičení.

Statisticky významně se zvýšila síla stisku ruky, doba strávená aerobním cvičením a doba strávená silovým cvičením.

Statisticky významná korelace vyšla pouze mezi příjmem bílkovin a procentuálním nárůstem svalové hmoty.

Příjem 1,4 g na kilogram tělesné hmotnosti se ukázal pro navyšování svalové hmoty jako dostatečný. Práce potvrdila význam edukace nutričním terapeutem u pacientů s Crohnovou chorobou.

## **Klíčová slova:**

Crohnova choroba, úbytek hmotnosti, navyšování svalové hmoty, příjem bílkovin

**Abstract:**

Patients with Crohn's disease lose a significant amount of muscle mass during the acute phase. The amount of muscle mass plays a crucial role in determining an individual's physical fitness, quality of life, and improves the prognosis of the disease.

The theoretical part of the presented work focuses on the importance of muscle mass, its growth in relation to protein intake, the issues related to Crohn's disease, and the increase of muscle mass during remission.

In the practical part of the study, the goal was to determine how many kilograms patients with Crohn's disease typically lose during the acute phase of the illness and compare it with the weight loss in patients with ulcerative colitis. The aim was also to verify the impact of protein intake education and recommendations for the frequency and type of exercise on muscle mass growth, increased muscle strength, and walking speed in patients with Crohn's disease.

In the practical part, it was found that patients with Crohn's disease lose between 11.79 to 16.29 kg during the acute phase of the illness. In the study with education, each participant underwent two measurements with an interval of 4–6 weeks. The parameters examined included the amount of muscle mass, a 4-meter walking test, and handgrip strength. After the first measurement, participants were educated about protein intake and aerobic and strength exercises.

There was a statistically significant increase in handgrip strength, time spent on aerobic exercise, and time spent on strength training. A statistically significant correlation was found only between protein intake and the percentage increase in muscle mass.

An intake of 1.4 g per kilogram of body weight was shown to be sufficient for increasing muscle mass. The study confirmed the significance of education by a nutritionist for patients with Crohn's disease.

**Keywords:**

Crohn's disease, weight loss, muscle mass gain, protein intake

# Obsah

Seznam zkratk .....	11
Úvod.....	12
Teoretická část .....	13
1. Složení těla u zdravých lidí.....	13
1.1 Historie měření tělesného složení .....	13
1.2 Složení lidského těla .....	13
1.2.1 Beztuková tkáň .....	13
1.2.2 Tuková tkáň .....	14
1.2.3 Metody měření tělesného složení .....	14
2 Funkční testy svalové síly a výkonnosti .....	17
2.1 Testy svalové síly .....	17
2.1.1 Dynamometrie .....	17
2.2 Testy fyzické zdatnosti.....	18
2.2.1 SPPB .....	18
2.2.2 TUG test (Timed up and go).....	18
2.2.3 Test chůze na 10 m .....	18
2.2.4 Šestimínutový test chůze (6MWT).....	19
3 Význam množství svalové hmoty .....	20
3.1 Sarkopenie.....	20
3.1.1 Screening sarkopenie .....	20
3.1.2 Primární a sekundární sarkopenie.....	20
3.1.3 Akutní a chronická sarkopenie .....	20
3.1.4 Sarkopenická obezita .....	21
3.2 Pohyb a kvalita života .....	21
3.3 Vliv nemoci na organismus.....	21
4 Svalová hmota a její růst.....	22
4.1 Stavba svalu .....	22
4.1.1 Stavba svalového vlákna.....	22
4.1.2 Svalová kontrakce .....	22
4.1.3 Svalový metabolismus .....	23

4.1.4	Svalová hypertrofie .....	24
4.1.5	Principy růstu svalové hmoty .....	25
4.1.6	Cvičení proti odporu .....	25
4.2	Energetická bilance .....	26
4.2.1	Energetický výdej .....	26
4.2.2	Specificko-dynamický účinek potravy .....	27
5	Příjem bílkovin a jeho vliv na svalovou hmotu .....	27
5.1	Bílkoviny.....	28
5.1.1	Množství bílkovin při nabírání svalové hmoty .....	28
5.2	Biologická hodnota bílkovin .....	28
5.2.1	Definice.....	29
5.2.2	Množství zkonsumované bílkoviny ovlivňuje využitelnost .....	29
5.2.3	Ukazatele kvality bílkovinných zdrojů .....	29
5.2.4	Plnohodnotné bílkoviny .....	30
5.2.5	Rostlinné zdroje bílkovin.....	30
5.3	Zdroje bílkovin.....	32
5.3.1	Maso.....	32
5.3.2	Vejce .....	33
5.3.3	Mléčné výrobky .....	33
5.3.4	Syrovátkový protein.....	34
6	Crohnova choroba.....	35
6.1	Historický úvod.....	35
6.2	Definice nemoci .....	35
6.3	Klasifikace nemoci.....	35
6.4	Příčiny nemoci .....	36
6.5	Komplikace Crohnovy nemoci .....	37
6.6	Prevalence .....	37
6.7	Projevy nemoci.....	38
6.7.1	Bolest břicha .....	38
6.7.2	Průjem.....	38
6.7.3	Úbytek hmotnosti.....	39



6.7.4	Horečka .....	39
6.7.5	Anémie .....	39
6.8	Extraintestinální projevy Crohnovy nemoci .....	39
6.8.1	Muskuloskeletální EIM .....	40
6.8.2	Orální patologie .....	40
6.8.3	Oční EIM .....	41
6.8.4	Kožní EIM .....	41
6.8.5	Hepatobiliární EIM .....	42
6.8.6	Cévní EIM .....	42
6.8.7	Vzácné EIM .....	42
6.8.8	Systémová EIM: Únava a bolest .....	43
6.9	Diagnostika a léčba .....	43
6.9.1	Laboratorní vyšetření .....	44
6.9.2	Endoskopické vyšetření .....	44
6.9.3	Zobrazovací vyšetřovací metody .....	44
6.10	Léčba .....	44
6.10.1	Aminosalicyláty .....	44
6.10.2	Kortikosteroidy .....	44
6.10.3	Imunosupresiva .....	45
6.10.4	Biologická léčba .....	45
6.11	Nabírání svalové hmoty v období remise .....	45
6.11.1	Katabolismus svalů v období relapsu .....	45
6.11.2	Období remise .....	46
6.11.3	Složení těla u pacientů s Crohnovou chorobou .....	46
6.11.4	Sarkopenie u pacientů s Crohnovou chorobou .....	46
6.11.5	Cvičení u pacientů s Crohnovou chorobou .....	47
	Praktická část .....	50
7	Cíl, hypotézy a metodologie výzkumného šetření .....	50
7.1	Cíle praktické části diplomové práce .....	50
7.2	Praktická část I .....	51
7.2.1	Cíl .....	51

7.2.2	Výzkumná otázka a hypotézy .....	51
7.2.3	Metodologie .....	51
7.2.4	Výsledky a statistické zpracování .....	53
7.3	Praktická část II .....	55
7.4	Metodologie .....	55
7.4.1	Design studie .....	55
7.4.2	Podmínky účasti ve studii .....	56
7.4.3	Průběh studie .....	56
7.4.4	Použité přístroje .....	57
7.4.5	Charakteristika skupiny .....	57
7.4.6	Hypotézy a výzkumné otázky .....	59
7.4.7	Výsledky dotazníku .....	60
7.4.8	Výsledky prvního a druhého měření .....	63
7.4.9	Příjem bílkovin před 1. měření a po edukaci .....	68
7.4.10	Vliv příjmu bílkovin na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze .....	69
7.4.11	Vliv silového cvičení na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze .....	70
7.4.12	Vliv aerobní pohybové aktivity na nárůst svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze .....	71
7.4.13	Srovnání výsledků účastníků studie, kteří zvýšili a nezvýšili množství svalové hmoty .....	71
8	Diskuse .....	73
9	Závěr .....	75
	Seznam literatury .....	76
	Seznam příloh .....	83

## **Seznam zkratek**

AAS – aminokyselinové skóre (Amino Acid Score)

ALA – kyselina alfa-linolenová (alpha-Linolenic Acid)

BCAA – aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (Branched Chain Amino Acids)

BCKDC – enzym štěpící rozvětvené aminokyseliny (Branched-chain alpha-keto acid dehydrogenase complex)

BIA – bioimpedanční analýza (Bioelectrical Impedance Analysis)

BMD – denzitometrie (Bone Mineral Density)

CLA – konjugovaná kyselina linolová (Conjugated Linoleic Acid)

CT – výpočetní tomografie (Computed Tomography)

DIAAS – ukazatel kvality bílkovin (Digestible Indispensable Amino Acid Score)

DXA – denzitometrické vyšetření skeletu (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)

EAAI – index esenciálních aminokyselin (Essential Amino Acid Index)

FAO – Organizace pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

FFM – netuková hmota (Fat Free Mass)

FM – tuková hmota (Fat Mass)

HMB – hydroxymethylbutyrát

MRI – magnetická rezonance (Magnetic Resonance Imaging)

NPU – ukazatel zadrženého dusíku (Net Protein Utilization)

PD – stravitelnost bílkovin (Protein Digestibility)

PDCAAS – ukazatel kvality bílkovin (Protein Digestibility-corrected Amino Acid Score)

RMR – klidový metabolismus (Resting Metabolic Rate)

TEE – energetický výdej (Total Energy Expenditure)

TGV – objem hrudního plynu (Thoracic Gas Volume)

WHO – Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

## Úvod

Crohnova choroba je chronické zánětlivé onemocnění postihující trávicí trakt, nejčastěji ileocekální oblast. Tato nemoc není vyléčitelná a je charakteristická střídáním období relapsu a remise. V období relapsu většina pacientů trpí velkým množstvím obtíží, které značně zhoršují kvalitu života, a doba, než nastane období remise, může být značně dlouhá. V důsledku průjmů, aktivovaného zánětu, bolestí, únavy, nechutenství a mnoha dalších faktorů ztrácí mnoho pacientů velké množství kilogramů, a tedy i svalové hmoty. V období remise se hmotnost pacientů většinou zase zvýší, ale především o kilogramy tukové tkáně, nikoli svalové hmoty. Nárůst svalové hmoty je mnohem obtížnější, a přitom právě množství svalové hmoty vypovídá o zdatnosti pacienta, zvyšuje kvalitu života a pacient s větším množstvím svalové hmoty má lepší prognózu v případě budoucího relapsu.

Tato diplomová práce se zabývá za prvé otázkou, kolik pacienti s Crohnovou chorobou v období relapsu ztratí kilogramů, a za druhé tím, jak pacienti s Crohnovou chorobou v období remise mohou zvýšit množství své svalové hmoty.

## **Teoretická část**

### **1. Složení těla u zdravých lidí**

#### **1.1 Historie měření tělesného složení**

S pojmem tělesné složení poprvé přišel v roce 1921 český antropolog Jindřich Matiegka, který se pokusil kvantifikovat tělesné složky na základně antropometrických rozměrů těla. Rozdělil hmotnost těla na čtyři složky: ossa, derma, muscoli, rezidua. Od roku 1962 bylo možné odhadovat tělesné složení ze součtu deseti kožních řas podle Pařízkové (Pastucha, 2014).

#### **1.2 Složení lidského těla**

Tělesné složení vyjadřuje poměr jednotlivých tělesných složek. Závisí na kvalitě a množství výživy, pohybové aktivitě, zdravotním stavu; jeho změny spočívají především v úbytku nebo nárůstu tukové a svalové tkáně (Pastucha, 2014). Bez stanovení množství svalové tkáně není možné diagnostikovat sarkopenii nebo sarkopenickou obezitu (Kohout et al., 2021). Pravidelné monitorování tělesného složení může být využito k sledování efektivity pohybové aktivity a při sledování úspěšnosti úpravy výživových stereotypů (Pastucha, 2014) a při monitorování malnutrice. Tělesné složení těla se mění s věkem (Kohout et al., 2021).

Tělesné složení je odhadováno na základě různých modelů, a to především anatomického a chemického; s rozvojem technologií dochází k rozvoji i dalších modelů. V klinické praxi je využíván dvou, tří a čtyřkomponentový model. Z praktického a klinického hlediska je nejpoužívanější dvoukomponentový model, který sleduje dva základní komponenty – tuk (Fat Mass, FM) a tukuprostou hmotu (Fat-Free Mass, FFM). Chemické složení tukuprosté hmoty je relativně konstantní – obsahuje 72–74 % vody a také draslík. Tuková složka vodu a draslík neobsahuje, a má tedy nižší densitu. Tříkomponentový model rozlišuje v rámci tělesného složení tuk, vodu a sušinu (tuk, svalstvo, kostní tkáň). Čtyřkomponentový model specifikuje hmotnost jako tuk, extracelulární tekutinu, buněčnou hmotu a minerály (Pastucha, 2014).

##### **1.2.1 Beztuková tkáň**

Do beztukové tkáně se započítává celková tělesná voda, kostra, svalstvo a další pojivové tkáně a tvoří až 80 % celkové tělesné hmotnosti. Množství kosterního svalstva je v populaci nejproměnlivější. Závisí na fyzické aktivitě, zdatnosti a zdravotním stavu (Kohout, 2021; Pastucha, 2014).

###### **1.2.1.1 Tělesná voda**

Celková tělesná voda zaujímá v lidském těle největší podíl. U dospělých produktivních žen okolo 53 %, u dospělých produktivních mužů okolo 63 % (Kohout et al., 2021). U žen je v důsledku fyziologicky vyššího podílu tukové tkáně obsaženo méně vody v intracelulární tekutině (Pastucha, 2014).

### **1.2.1.2 Svalová tkáň**

Svalová tkáň je tvořena kosterním svalstvem, srdeční a hladkou svalovinou. U dospělých mužů zaujímá okolo 40 % celkové tělesné hmotnosti, u dospělých žen okolo 30 % tělesné hmotnosti; v případě pravidelné tělesné aktivity více (Kohout et al., 2021). Po 55. roku věku se množství svalové tkáně bez dostatečné tělesné aktivity a vhodné stravy zmenšuje. Tato skutečnost může být podpořena dlouhotrvající nemocí nebo nedostatečnou výživou a může vyústit v sarkopenii (Pastucha, 2014).

### **1.2.1.3 Kostní hmota**

Kostní hmota je nejstabilnější složkou tělesné hmotnosti. Zaujímá 3–7 % z celkové tělesné hmotnosti v závislosti na věku a pohlaví, konkrétně 3–4 kg u mužů a 2,5–3 kg u žen. Kostní minerální látky tvoří u dospělých osob 4–5 % z celkové tělesné hmotnosti (Kohout et al., 2021).

## **1.2.2 Tuková tkáň**

Množství tukové tkáně je mezi dospělými jedinci velmi rozmanité. Tuková tkáň se vyvíjí a mění v závislosti na věku, životních okolnostech, životním stylu a zdravotním stavu. Minimální množství tukové tkáně je u mužů 10 % celkové tělesné hmotnosti, 15 % je průměrné a nad 20 % je množství tuku zvýšené. U žen je minimální množství tukové tkáně 20 % celkové tělesné hmotnosti, optimální hodnota kolem 25 % a nad 35 % množství tukové tkáně zvýšené. Tukovou tkáň rozlišujeme na podkožní tukovou tkáň a viscerální tukovou tkáň (Kohout et al., 2021).

### **1.2.2.1 Podkožní tuková tkáň**

Podkožní tuková tkáň představuje menší zdravotní riziko než tkáň viscerální. Můžeme ji měřit bioimpedančními analyzátory a kaliperem (Kohout et al., 2021).

### **1.2.2.2 Viscerální tuková tkáň**

Viscerální tuková tkáň je uložena v dutině břišní, kde může utlačovat vnitřní orgány, je hormonálně aktivní, produkuje prozánětlivé cytokiny a může tak přispět k dlouhodobému mírnému zánětu, podporuje rozvoj inzulínové rezistence a představuje tak závažné riziko kardiovaskulárních chorob, steatohepatitidy a diabetu mellitu 2. typu. K zhodnocení rizikovosti obsahu viscerálního tuku slouží obvod pasu, poměry pas/výška a pas/boky, ale je možné ho hodnotit také pomocí osmisvodových multifrekvenčních bioimpedančních analyzátorů tělesného složení. Tento údaj je uváděn buď jako úroveň, nebo v litrech; referenční hodnoty se liší dle použité metody a výrobce (Kohout et al., 2021).

## **1.2.3 Metody měření tělesného složení**

### **1.2.3.1 Kaliper**

Kaliper je nástrojem, který se v klinické praxi využívá ke stanovení podílu tělesného tuku. Kožní řasa se obvykle měří na bicepsu, tricepsu a lopatce, ale může být měřena až na deseti různých místech těla.

### **1.2.3.2 Radiografie**

Radiografické metody jsou považovány za nejspolehlivější. Umožňují i proměření průřezu svaloviny a kosti a využívají se tedy k odhadu distribuce tuku a svalové hmoty. Nevýhodou je nežádoucí rentgenová expozice. Nejmodernější je počítačová tomografie (CT), její nevýhodou je však cena a dostupnost (Pastucha, 2014). V klinické praxi se k tomuto účelu nevyužívá, ale řada pacientů má k dispozici zobrazení z jiných indikací. Je to metoda časově náročná a vyžaduje speciální softwarové vybavení (Kohout, 2021).

### **1.2.3.3 Metoda DEXA (duální rentgenová absorpciometrie)**

Tato metoda je obecně považována za referenční standard a nabízí přesnost odhadu tuku v rozmezí 3–4 %. Je založena na míře absorpce X-záření v měkké tkáni a v kostech. Jde tedy o dvoukomponentový model, jehož složky mají odlišnou denzitu. Denzitometrie vychází ze vztahu  $\text{hmotnost} = \text{násobek denzity} \times \text{tělesného objemu}$ . Je také využívána pro určení hustoty kostní tkáně. Podíl tukové tkáně se dopočítává. Tato metoda je relativně drahá, není možné jí vyšetřovat děti, obézní a vysoké osoby a je zde též zatížení rentgenovým zářením, ačkoli je oproti jiným rentgenovým metodám relativně nízké (Pastucha, 2014; Kohout, 2021).

### **1.2.3.4 Ultrazvuk**

Ultrazvukové vlny se odrážejí na hranicích mezi tkáněmi, které se liší svými akustickými vlastnostmi (Pastucha, 2014). Ultrazvukovým přístrojem lze měřit tloušťku svalu nebo množství tukové tkáně v určité oblasti lidského těla.

### **1.2.3.5 Magnetická rezonance**

Metoda založená na principu chování atomových jader jako magnetů. Přístroj vysílá silné magnetické pole a ovlivňuje pohyb vodíkových iontů. Vodík je součástí vody, tedy je jím tělo prostoupeno a je možné využít kontrastní látky. Výsledky této metody jsou velmi spolehlivé, metoda nevyžaduje spolupráci probanda a lze ji využít i pro měření viscerálního tuku, nicméně cena, technické problémy a časová náročnost jejího využití limitují (Pastucha, 2014).

### **1.2.3.6 Hydrostatické vážení**

Objem těla je zjišťován z rozdílu hmotnosti těla změřeného na suchu a pod vodou s ohledem na denzitu a teplotu vody. Vážení pod vodou se provádí na hydrostatické váze. Pod vodou je tělo nadlehčováno vzduchem, který se nachází v plicích a dýchacích cestách. Vážení se provádí v maximálním výdechu a objem tuku se dopočítává regresními rovnicemi. Nevýhodou je náročnost vybavení a omezení u obézních a dětí (Pastucha, 2014).

### **1.2.3.7 Bodypletysmografie**

Testovaný probíhá v uzavřené kabině s pevnými stěnami a dýchá pomocí trubice, kterou je možné uzavřít klapkou. Principem je vztah mezi tlakem a objemem v důsledku dýchání, které způsobuje změny tlaku. Při výpočtu se zohledňuje celková tělesná denzitometrie, tělesná hmotnost, objem hrudníku a denzita se dopočítává (Pastucha, 2014).

### **1.2.3.8 Densita – Mass/Volume**

Odhaduje se objem hrudního plynu (TGV), klidový metabolismus (RMR) a energetický výdej (TEE). Tuková a beztuková frakce je dopočítávána. Tuto metodu je možné použít i u dětí, obézních a hendikepovaných (Pastucha, 2014).

### **1.2.3.9 Měření celkového tělesného draslíku**

Celkové množství draslíku je ekvivalentní netukové tělesné hmotnosti. Využívá se pro stanovení Body Cell Mass, která je součástí FFM. Obsah draslíku v FFM je konstantní kolem 2,6 g/kg (Pastucha, 2014).

### **1.2.3.10 Kreatininová exkrece**

Kreatininovou exkrecí se hodnotí hladina sérového kreatininu vyloučeného v moči. Exkrece kreatininu souvisí s netukovou tělesnou hmotou a tělesnou hmotností (Kohout et al., 2021). Množství kreatininu vyloučeného do moči je proporcionální k celkovému množství kreatinu, který je uložen ve svalové tkáni – úměrné celkovému množství svalové tkáně. Kreatininový index je poměr mezi aktuální exkrecí kreatininu do moči za 24 hodin a ideální exkrecí při dané tělesné výšce (Kohout et al., 2021). 1 g kreatininu vyloučeného za 24 h odpovídá 17–20 kg svalové tkáně. Závisí na věku, pohlaví a tělesné aktivitě (Pastucha, 2014). Metodu nelze s přesností využít, pokud byl pacient ve stavu renální insuficience nebo febrilií, při přítomnosti zánětu, po předchozí konzumaci masa a fyzické aktivitě. Vyžaduje 24hodinový sběr moči (Kohout et al., 2021).

### **1.2.3.11 Hladina 3-methylhistidinu**

Jde o degradaci proteinů svalstva za časovou jednotku, využívá se pro stanovení množství svalové tkáně (Pastucha, 2014).

### **1.2.3.12 Bioelektrická impedance (BIA)**

BIA (bioelektrická impedanční analýza) je široce používanou metodou pro určení tělesného složení, a to z několika důvodů: je jednoduchá, relativně ekonomická, bezbolestná, rychlá, vhodná pro terénní použití a považuje se za bezpečnou. Je tedy velice vhodná pro použití v klinické praxi (Pastucha, 2014, Kohout et al., 2021).

Princip této metody využívá rozdílů v šíření střídavého elektrického proudu různé intenzity v různých biologických strukturách. Tukuprostá hmota je dobře vodivá (obsahuje vodu a minerály), tuková tkáň se chová jako izolátor (Pastucha, 2014, Kohout et al., 2021). Hodnota odporu tkáně (bioelektrická impedance) je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází. Jinými slovy, tukuprostá hmota vykazuje nízkou elektrickou impedanci, zatímco tuková složka vykazuje naopak vysoký elektrický odpor, který je přímo úměrný množství vody. Součástí výpočtu je reaktance a fázový úhel. Reaktance udává, o kolik je zpožděn proud procházející tělem. Ve zdravých buňkách má zpoždění, tedy tyto buňky reagují silnou reaktancí. Fázový úhel popisuje vztah mezi reaktancí a odporem a koreluje se



zdravím buněk (Pastucha, 2014). Výsledek měření by měl být korigován podle věku, pohlaví a etnického původu.

V komerční sféře se často využívají bipolární přístroje, kdy elektrický proud proudí pouze vrchní nebo spodní částí těla. Měly by se ovšem používat tetrapolární přístroje, kde jsou k dispozici 4 elektrody. Existují však i přístroje s vícefrekvenční analýzou. Základní proměnnou, kterou BIA měří, je celková voda. Množství tukuprosté hmoty je udáno rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku (Pastucha, 2014).

Existují přístroje umožňující zobrazení pomocí bioelektrické impedanční vektorové analýzy (BIVA), která poskytuje grafický výstup pro odlišení malnutrice a obezity spolu s informací o hydrataci (Kohout et al., 2021).

## **2 Funkční testy svalové síly a výkonnosti**

Funkční testy svalové síly se používají k zjištění stavu svalové síly a pomáhají odhalit pacienty, kteří mohou být malnutriční, vykazovat sarkopenii nebo mít obtíže se soběstačností.

### **2.1 Testy svalové síly**

Svalová síla je schopnost svalů vyvíjet sílu, tlačit nebo táhnout proti odporu. Jsou různé způsoby, jak ji měřit.

#### **2.1.1 Dynamometrie**

Dynamometrie představuje hlavní metodu měření svalové síly. Nabízí objektivní a přesná měření, přičemž výsledné hodnoty jsou vyjádřitelné ve fyzikálních jednotkách a je možné ji spolehlivě opakovat. V rámci dynamometrie existují dvě hlavní varianty: izometrická a izokinetická (Bernaciková, 2012). Při použití izometrických dynamometrů nedochází ke změně svalové délky. Poskytuje informace o maximální síle a umožňuje sledování dynamografické křivky – změny síly v čase (Bernaciková, 2012).

##### **2.1.1.1 Ruční dynamometr**

V praxi se nejčastěji používá ruční dynamometr, který měří sílu stisku ruky. Toto vyšetření je levné, rychlé a jednoduché (Kohout et al., 2021). Dynamometr zjišťuje sílu svalů podílejících se na stisku ruky. Testovaná osoba má za úkol vyvinout maximální tlak na tenzometr. Měření se provádí většinou třikrát a použije se nejvyšší dosažená hodnota (Bernaciková, 2012). Síla stisku ruky klesá s věkem a je nižší u žen. Kohout et al. (2021) uvádí jako významné snížení stisku ruky u žen pod 16 kg a u mužů pod 27 kg. Vyšetření dynamometrem není možné použít u osob s onemocněním rukou (Kohout et al., 2021).

#### **2.1.1.1.2 Měření síly svalů dolních končetin**

Při měření síly svalů dolních končetin se měří síla svalů flexorů a extenzorů kolenního kloubu. Probíhá na křesle. Měření probíhá třikrát a mezi pokusy je pauza na odpočinek (Bernaciková, 2012).

#### **2.1.1.2 Izokinetický dynamometr**

Izokinetický dynamometr je robustní, nákladný přístroj, který měří sílu v celém rozsahu pohybu za stálé rychlosti. Zjišťuje maximální sílu, maximální moment síly a rychlost lineárního pohybu. Absolutní sílu je vždy potřeba přepočítat na kilogram hmotnosti jedince (Bernaciková, 2012).

#### **2.1.1.3 Test vstávání ze židle**

Tento test hodnotí svalovou sílu kvadricepsu a vytrvalost. Testovaný sedí na židli se zkříženými pažemi na prsou a snaží se 5x za sebou vstát ze židle a opět se posadit. Pokud test trvá déle než 15 sekund, je pozitivní (Bernaciková, 2012).

### **2.2 Testy fyzické zdatnosti**

#### **2.2.1 SPPB**

SPPB (Short Physical Performance Battery) je test, který byl přeložen a validován v české literatuře profesorkou Topinkovou a je poměrně složitý. Je využíván ke komplexnímu posouzení soběstačnosti a lze podle něj odhadnout mortalitu. Testuje se rovnováha, rychlost chůze na 4 metry a vstávání ze židle (Kohout, 2021).

#### **2.2.2 TUG test (Timed up and go)**

Testovací osoby mají za úkol vstát ze standardního křesla, dojít ke značce vzdálené 3 m, otočit se, vrátit se a znovu se posadit.<sup>314</sup> Test je spolehlivý a validní pro kvantifikaci funkční mobility, který může být také užitečný při sledování klinických změn v průběhu času. Test je rychlý, nevyžaduje žádné speciální vybavení ani školení a je snadno zahrnut jako součást běžné lékařské prohlídky, i když byl vyvinut pro geriatrické pacienty (Textbook of Nature Medicine, 2020).

#### **2.2.3 Test chůze na 10 m**

Test chůze na 10 metrů je výkonnostní měřítko používané k posouzení rychlosti chůze v metrech za sekundu na krátkou vzdálenost. Může být použit ke stanovení funkční mobility, chůze a vestibulární funkce.

Výpočet rychlosti chůze se vypočítá jako podíl celkové vzdálenosti a času. Například pokud byl proveden test rychlosti chůze na 10 metrů a trval 7 sekund, rovnice by vypadala takto: 10 metrů / 7 sekund = 1,4 metru za sekundu (Physiopedia, 2023).

#### **2.2.4 Šestimínutový test chůze (6MWT)**

Šestimínutový test chůze se využívá především v pneumologii. Obvykle se test provádí na chodbě dlouhé 30–50 m za trvalého dozoru sestry. Pacient chodí co nejrychleji po vymezené trase po dobu šesti minut a má být povzbuzován sestrou k maximálnímu výkonu. Nemocný musí mít možnost chůzi přerušit, nebo si dokonce krátce sednout (na obou koncích chodby mají být židle). V testu je hodnocena vzdálenost v metrech, kterou nemocný ujde za šest minut (Lefflerová, 2010).

Test není vhodný, obdobně jako jiné zátěžové testy, u těch nemocných, jejichž schopnost zátěže je omezena průvodními onemocněními jako jsou ortopedická onemocnění, neurologická onemocnění či ischemická choroba tepen dolních končetin (Lefflerová, 2010). Je také poměrně časově náročný, proto se příliš nevyužívá.

### **3 Význam množství svalové hmoty**

Beztuková hmota je tvořena u zdravého člověka v reprodukčním období z 25 % opěrnou a pojivovou tkání, z 15 % vnitřními orgány a z 60 % svalstvem (Pastucha, 2014). Kolik beztukové hmoty každý člověk má, vyjádřeno v procentech z celkové tělesné hmotnosti, je dáno množstvím tukové tkáně u každého jednotlivce. Muž o hmotnosti 72 kg s 15 % tuku by měl mít 62,2 kg beztukové hmoty, z čehož svalstva by mělo být 37 kg (40 %). Muž o hmotnosti 100 kg s 30 % tuku by měl 70 % tukuprosté hmoty a z toho 60 % je 42 kg svaloviny, což odpovídá 42 % tělesné hmotnosti. Nicméně obecně se uvádí u dospělých 40 % kosterního svalstva z celkové tělesné hmotnosti, u novorozenců 25 %. U chlapců dochází k největšímu nárůstu mezi 15. a 17. rokem a u děvčat kolem 13. roku života. Od 40 let je možné zaznamenat regresivní změny – involuční (nebo též primární) sarkopenii – 5 % ztráty svalové hmoty za dekádu a je nahrazována tukovou tkání. Množství svalové hmoty je důležité z mnoha důvodů (Pastucha, 2014) – viz dále.

#### **3.1 Sarkopenie**

Sarkopenie je progresivní a generalizované postižení skeletálních svalů spojené s rizikem pádů, zlomenin, fyzické nemohoucnosti a mortality. Sarkopenie je charakterizována sníženou svalovou silou, mění se kvantitou i kvalitou svalů a sníženou fyzickou výkonností (Jenšovský, 2019). Příčinami sarkopenie jsou stárnutí, nemoc, snížená mobilita nebo malnutrice (Pekař et al., 2020).

##### **3.1.1 Screening sarkopenie**

K identifikaci pacientů se sarkopenií se doporučuje používat pětipoložkový dotazník SARC-F (SARcopenia Screening in Community). Pacient posuzuje míru své limitace s ohledem na svalovou sílu, schopnost chůze, schopnost vstávat ze židle, schopnost vyjít schod a svou zkušenost s pády. K hodnocení svalové síly se doporučuje použít kalibrovaný ruční dynamometr, k posouzení síly proximálních svalů na dolních končetinách se doporučuje test vstávání ze židle, k posouzení kvantity svalů jsou doporučována vyšetření MRI, DXA nebo BIA. K hodnocení fyzické výkonnosti jsou nejpoužívanějšími metodami rychlost chůze, Short Physical Performance Battery (SPPB) a Timed-Up-and-Go test (TUG) (Jenšovský, 2019).

##### **3.1.2 Primární a sekundární sarkopenie**

Primární sarkopenie, někdy označovaná jako věkově podmíněná, je spojena se stárnutím organismu a nejsou známy další zjevné příčiny. Sekundární sarkopenie je spojena se systémovým procesem, především zánětlivými onemocněními, malignitami, orgánovým selháním, malnutricí (Jenšovský, 2019).

##### **3.1.3 Akutní a chronická sarkopenie**

Sarkopenii je možné rozlišovat akutní a chronickou. Akutní sarkopenie se týká prvních 6 měsíců. Akutní sarkopenie je spojena s časově omezeným onemocněním nebo úrazem.

V případě akutního progresivního onemocnění může přejít sarkopenie do stavu chronického. Je potřeba dbát na reevaluaci sarkopenie v čase (Jenšovský, 2019).

### **3.1.4 Sarkopenická obezita**

Sarkopenická obezita se vyskytuje u pacientů, u kterých došlo k redukci beztukové hmoty (lean body mass) a infiltraci svalů tukovou tkání. Důsledkem je snížená výkonnost a zvýšená mortalita (Jenšovský, 2019) Klíčovým mechanismem vzniku sarkopenické obezity je zánětlivá aktivita zmnožené tukové tkáně. Léčba spočívá ve zvyšování svalové síly a snižování objemu tukové tkáně (Pekař et al., 2020).

### **3.2 Pohyb a kvalita života**

Díky svalům můžeme chodit, běhat, skákat, vykonávat běžné každodenní činnosti jako dojít si nakoupit, řídit auto, popoběhnout na autobus, obléknout se, učesat se. Jakmile ztratíme tolik svalové hmoty, že je pro nás nějaká z těchto činností obtížná, svalové tkáně je buď tak málo, nebo je tak ochablá, že nám pomalu přestává sloužit. Fyziologicky se tak děje ve stáří. Množství svalové hmoty tedy přímo ovlivňuje kvalitu života.

### **3.3 Vliv nemoci na organismus**

Při akutním i chronickém zánětlivém onemocnění dochází k zvýšené produkci zánětlivých cytokinů, jako jsou interleukiny a  $TNF_{\alpha}$  (tumor nekrotizující faktor), a ty stimulují katabolismus bílkovin v lidském těle. Dochází k zvýšené produkci proteolytických enzymů, aktivaci ubiquitin-proteasomového systému, který je hlavním mechanismem degradace bílkovin v buňkách, a inhibici syntézy bílkovin. Do procesu vstupuje též zvýšená hladina stresových hormonů. V důsledku spuštění všech těchto mechanismů může dojít k svalové atrofii a k ubývání svalové hmoty. Léčba spočívá ve vhodné farmakoterapii potlačující zánět a nutriční intervence (Vokurka, 2018).

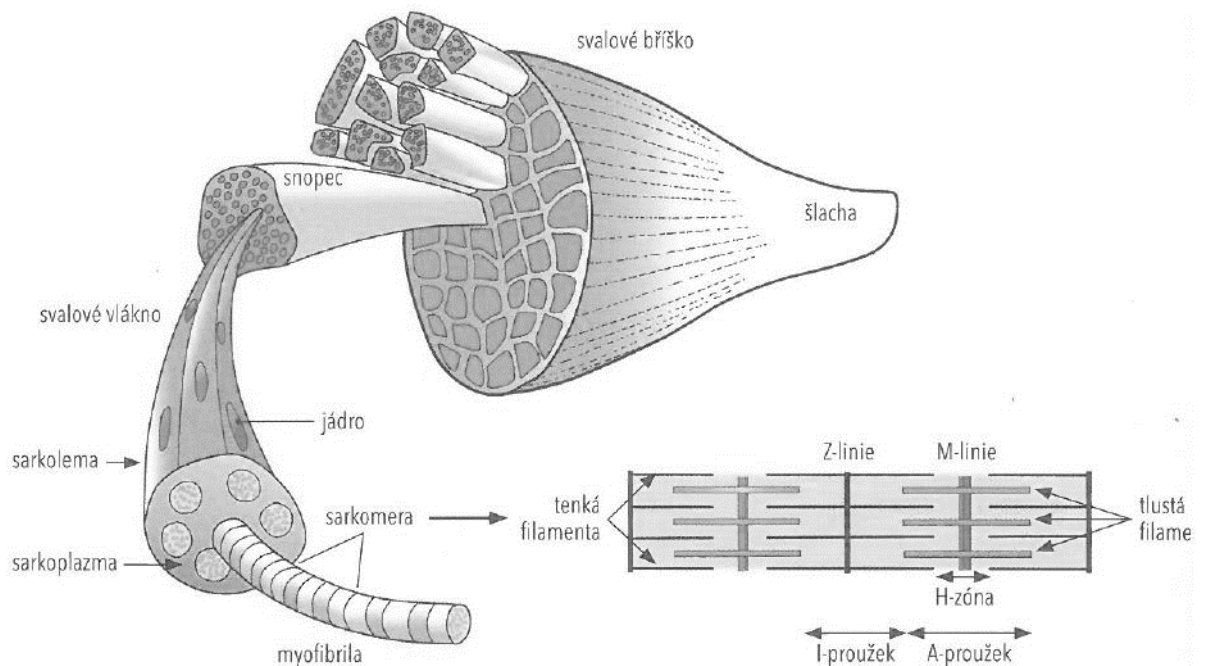
Cytokiny rovněž působí na hypothalamická centra příjmu potravy a snižují chuť k jídlu, a tím prohlubují následky katabolismu bílkovin (Vokurka, 2018).

## 4 Svalová hmota a její růst

### 4.1 Stavba svalu

Kosterní sval se skládá ze svalových snopců (fascikulů) a každý snopec je tvořen mnoha svalovými vlákny (myofibrilami). Každé vlákno, které může být až 40 cm dlouhé, je tvořeno jednou mnohояadernou buňkou. Stavbu svalu viz na obrázku č. 1 (Kohout et al., 2021).

**Obrázek č. 1.** Stavba svalu. Převzato z Kohouta (2021)



#### 4.1.1 Stavba svalového vlákna

Sarkolema, buněčná membrána svalového vlákna, vytváří vychlípeniny, T-tubuly, do nitra buňky. Tyto vychlípeniny jsou umístěné v těsné blízkosti terminálních cisteren sarkoplazmatického retikula. Kromě jader se v sarkoplazmě nachází velké množství mitochondrií, tisíce podélně uspořádaných myofibril a další orgány. Myofibrily jsou tvořeny aktinovými a myozinovými myofilamenty a dalšími strukturálními proteiny (Kohout et al., 2021). Myofibrily jsou členěny na sarkomery, což jsou základní funkční a strukturální jednotky kosterního svalu. Sarkomera je tvořena tlustými myozinovými filamenty a tenkými aktinovými filamenty. Prostorové uspořádání je hexagonální, každé tlusté myozinové filamentum je v určité oblasti obklopeno tenkými aktinovými filamenty.

#### 4.1.2 Svalová kontrakce

Molekulární podstatou kontrakce je zasouvání tenkých a tlustých filament mezi sebe. Pohybem filament je umožněna vazba myosinu a aktinu a vzniká tzv. příčný můstek.

Při svalové kontrakci je stěžejní dostatečný přísun ATP,  $Mg^{2+}$  a  $Ca^{2+}$ . Svaly jsou složeny ze dvou typů svalových vláken, nicméně jeden typ vždy dominuje (Kohout et al., 2021).

#### 4.1.2.1 Typy svalových vláken

**Svalová vlákna pomalého typu** (typ I), která se někdy nazývají též červená kvůli vysokému obsahu myoglobinu a husté kapilární síti, což usnadňuje do svalových vláken přísun  $O_2$ . Tato vlákna díky velkému množství mitochondrií získávají energii hlavně oxidativní fosforylací. Naopak obsah glykogenu je nízký. Nástup kontrakce je pomalejší a vyvinutá síla kontrakce je menší, ale jejich unavitelnost je poměrně malá. Jsou proto vhodná na vykonávání vytrvalostních aktivit (Kohout et al., 2021).

**Svalová vlákna rychlého typu** (typ II) reagují na akční potenciál rychle a dokážou vyvinout velkou sílu kontrakce. Vykonávají rychlé a silové pohyby trvající krátkou dobu. Tato vlákna rychlého typu jsou ještě dvojího druhu. Únavě odolná rychlá vlákna (IIa) mají vlastnosti vláken I. a II. typu, mají velké množství myoglobinu, mitochondrií a kapilár, energii získávají oxidativní fosforylací a mají i vysoký obsah glykogenu, a proto vykazují rychlou dynamiku kontrakce s dobrou odolností vůči únavě. Unavitelná rychlá vlákna (IIb) obsahují málo myoglobinu a mitochondrií a krevních kapilár, proto se jim někdy říká bílá vlákna. Mají velké zásoby glykogenu a schopnost získávat energii za anaerobních podmínek, ale jsou snadno unavitelná (Kohout et al., 2021).

### 4.1.3 Svalový metabolismus

#### 4.1.3.1 Proteosyntéza

Proteosyntéza neboli anabolismus bílkovin probíhá v cytoplazmě v ribozomech. V lidském těle se tvoří okolo 100 000 různých bílkovin. Předlohou pro syntetizované bílkoviny v těle je DNA. Přes proces transkripce do RNA, translací z nukleotidů do sekvence tvořené řetězci aminokyselin, vzniká postupně bílkovina. Kromě dostatku 20 esenciálních aminokyselin jsou potřeba všechny typy RNA, enzymy, velké množství energie a některé minerální látky, především hořčík a draslík. To, co může proteosyntézu brzdit, je tedy nedostatek energie a aminokyselin (Roubík, 2018).

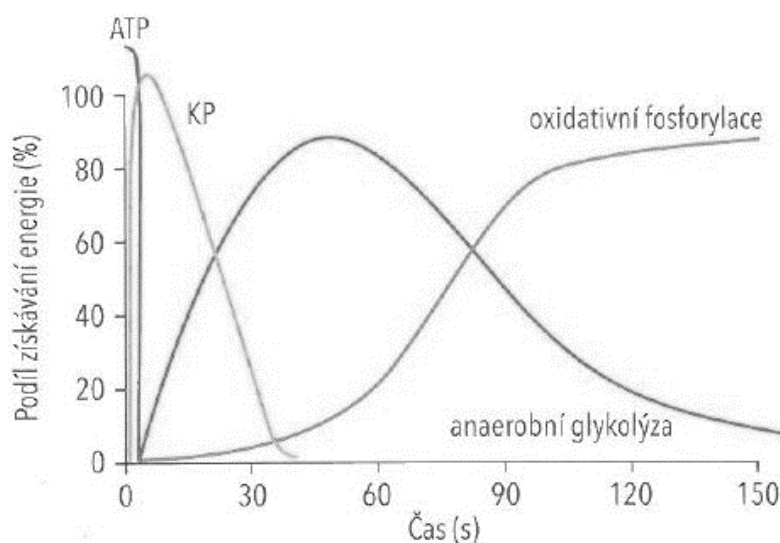
#### 4.1.3.2 Energetické zdroje svalové práce

Za klidových podmínek má kosterní sval v porovnání s ostatními tkáněmi (spotřeba  $O_2$  je 1,5–2 ml/min/kg) relativně nízkou úroveň metabolismu. Při svalové námaze dochází k výraznému zvýšení metabolického obrátu a spotřeba stoupá na více než stonásobek klidové úrovně. Ihned po zahájení kontrakce je energie kryta ze zásob ATP uložených v kosterním svalstvu. Poté je energetická potřeba svalu kryta hydrolýzou kreatinfosfátu (anaerobně – pokryje energii na prvních 20 až 30 sekund; využívají se svalová vlákna II. typu), poté glykolýzou (anaerobně – glukóza z krve nebo glykogenu, pokryje první minuty po zahájení kontrakce, podle intenzity zátěže se hromadí laktát; využívají se svalová vlákna II. typu) a poté, je-li dodávka  $O_2$  dostatečná, energie se získává oxidativní fosforylací (aerobně) v Krebsově cyklu; tuto energii využívají spíše svalová vlákna I. typu. Nejprve se

utilizuje glukóza, poté se přidávají mastné kyseliny a nakonec aminokyseliny. Zdrojem glukózy je svalový glukogen nebo glukóza z krve (z jaterního glykogenu) nebo vzniká syntézou v játrech – glukoneogenezí, ke které dochází zejména při déletrvajícím námaze, kdy se vyčerpají zásoby svalového a jaterního glykogenu. Zdrojem mastných kyselin jsou tuky uložené v bílé tukové tkáni. Získávání energie z aminokyselin probíhá pouze v nutných případech jako je dlouhodobé hladovění nebo po celkovém vyčerpání glykogenu. Nicméně organismus jejich použitím šetří a využívá přednostně glukózu a mastné kyseliny (Kohout et al., 2021).

Výše uvedené způsoby získávání energie se vzájemně doplňují a časově se překrývají.

**Obrázek č. 2.** Způsoby získávání energie. Převzato z Kohouta (2021)



#### 4.1.4 Svalová hypertrofie

Celkové množství svalové hmoty u muže tvoří zhruba 40 % tělesné hmotnosti, u žen 30 % tělesné hmotnosti (Janssen et al., 2000). Z toho 75 % tvoří voda, 20 % svalové bílkoviny a zbytek intramuskulární triacylglyceroly a svalový glykogen (Haun et al., 2019). Svalový růst tedy spočívá ve svalových bílkovinách. Tvorba svalových bílkovin, tedy růst svalů, a svalový katabolismus probíhají ve svalových buňkách neustále. K tomu, aby svaly pomalu rostly, musí převažovat tvorba svalových bílkovin nad jejich rozpadem. Musí tak být celková bilance svalových bílkovin pozitivní.

##### 4.1.4.1 Rozpad svalových bílkovin

Rozpad svalových bílkovin zvyšuje nedostatečný přísun bílkovin, hladovění, vysoký stres, aktivovaný zánět, příliš vysoká náročnost tréninku nebo špatná regenerace. Svalový rozpad ovšem zvyšuje také nedostatečné zatěžování svalů (Tipton et al., 2018; Fatouros & Jamurtas, 2016).



#### **4.1.4.2 Tvorba svalových bílkovin**

Tvorbu svalových bílkovin stimuluje adekvátní přísun bílkovin, dostatečný energetický příjem a hlavně zatížení svalových vláken v podobě svalového tréninku nebo jiného intenzivního pohybu. Při zatížení svalů jsou svalové buňky vystaveny určitému stresu, který vede k jejich poškození a vznikají mikrotraumata. Svalové buňky tato poškození opravují a při vhodně zvoleném tréninku s vhodnou frekvencí se postupně svalová vlákna stávají větší a silnější a zvyšuje se i množství svalových bílkovin. Zvýšená tvorba bílkovin ve svalu probíhá 24–72 hodin po zatížení svalů (Burd et al., 2011; Miller et al., 2005). Svaly se adaptují na stimul o určité náročnosti a dál již nerostou. Cvičení je potřeba činit stále náročnější – progresivní zatížení, po němž by měla následovat potřebná regenerace.

#### **4.1.4.3 Myofibrilární hypertrofie**

Myofibrilární hypertrofií roste svalová hmota tím, že se zvětšuje počet myofibril a tím nejmenších kontraktilních jednotek – aktinu a myosinu ve svalovém vlákně – a sval je pak schopný vyvinout větší sílu (Kašpárek, 2022; Lehner et al., 2014).

#### **4.1.4.4 Sarkoplazmatická hypertrofie**

Při sarkoplazmatické hypertrofii roste objem sarkoplazmy a dalších nekontraktilních proteinů ve svalové buňce. Roste tak objem svalových vláken, a tedy i svalu (Kašpárek, 2022; Lehner et al., 2014).

#### **4.1.5 Principy růstu svalové hmoty**

Svalový růst je podmíněn svalovým tréninkem na principu adaptace na rostoucí zátěž. Svalové vlákno je tréninkem podněcované zvyšovat objem kontraktilních bílkovin – aktinu a myozinu – a to vede ke zvýšení průřezu svalových vláken a tím ke zvětšení objemu svalu. Dochází k mikrotraumatům kontraktilních proteinů, které svalová buňka opraví na mírně vyšší (silnější) úroveň. Cílem tréninku je zatížení svalů na principu překonávání odporu, který by měl být postupem času vyšší a vyšší. Svalové buňky jsou tak neustále a opakovaně stimulované se na vyšší zátěž adaptovat a syntetizovat další kontraktilní bílkoviny a tím se zvyšuje objem svalových buněk. K syntéze kontraktilních bílkovin potřebuje každý sval dostatečný přívod všech aminokyselin. Zároveň musí jídelníček jedince poskytnout svalovým buňkám dostatek energie ze sacharidů a tuků, aby svalové buňky měly na syntézu dostatek energie. K růstu svalové hmoty dochází vždy, když rychlost syntézy nových svalových bílkovin je vyšší než míra rozpadu stávajících svalových bílkovin (Roubík, 2018).

#### **4.1.6 Cvičení proti odporu**

Cvičením proti odporu je myšlen pohyb, při němž se tělo nebo jeho část pohybuje proti určité síle kladoucí pohybu odpor (Stoppioni, 2016). Cvičení proti odporu je nadmnožinou silového cvičení.

#### **4.1.6.1 Silové cvičení**

Při silovém cvičení se tělo nebo jeho část pohybuje proti vnější síle a vyvolává zvýšení svalové síly nebo hypertrofii. Patří sem cvičení s činkami nebo na hydraulickém přístroji (Stoppani, 2016).

#### **4.1.6.2 Cvičení se zátěží**

Cvičení se zátěží je taktéž cvičení proti odporu, ale může být i podmnožinou silového cvičení. V definici zaznívá, že cvičení se zátěží je takovým cvičením, kdy tělo překonává sílu, která je vykonána proti určitému břemenu/závaží. Cvičení se zátěží může zahrnovat cvičení s činkami nebo na lanových posilovacích strojích, na nichž se zvedá závaží (Stoppani, 2016).

#### **4.1.6.3 Aerobní cvičení**

Aerobní cvičení – běh, rychlá chůze, cyklistika, jízda na kolečkových bruslích, lyžování, jízda na ledních bruslích – je pohyb, který není zaměřený na růst svalové hmoty, nicméně by měl být součástí života každé osoby, která o růst svalů usiluje. Ideální je se věnovat aerobnímu cvičení ještě před cvičením proti odporu, protože dochází k zahřátí organismu a rozcvičení. Další výhodou je pozitivní vliv na kardiovaskulární systém a určité druhy aerobního cvičení jsou prevencí proti osteoporóze.

### **4.2 Energetická bilance**

Energetická bilance „vyjadřuje rovnováhu mezi příjmem a výdejem energie v lidském organismu“ (Roubík, 2018). Pokud je cílem jedince nabírání hmotnosti, celkový energetický příjem organismu musí být vyšší, než je celkový výdej energie (Roubík, 2018).

#### **4.2.1 Energetický výdej**

##### **4.2.1.1 Bazální metabolismus**

Bazální metabolismus „je minimální energetická spotřeba člověka nutná pro zachování základních životních funkcí“. Jedná se o energii potřebnou ke klidové činnosti jako je například dýchání, cirkulace krve, filtrace krve ledvinami, metabolické pochody a představuje okolo 40 % bazálního metabolismu. 60 % bazálního metabolismu lidský organismus vynaloží na produkci tělesného tepla (Roubík, 2018).

##### **4.2.1.2 Termoregulace**

Termoregulace „je schopnost organismu udržovat stálou optimální tělesnou teplotu“. Teplotní pohoda se pohybuje v rozsahu 35,8 a 37,0 stupňů celsia. Stálá teplota se udržuje na základě zpětné vazby a její centrum je v hypotalamu (Rokyta, 2016). V klidovém režimu spotřebuje organismus 10 % veškeré energie na vyrovnání tepelných rozdílů oproti prostředí, ve kterém se nachází (Roubík, 2018).

## 4.2.2 Specificko-dynamický účinek potravy

Specificko-dynamický účinek potravy je tzv. termický efekt potravy. Termický efekt potravy je výdej energie organismu na zpracování přijímané potravy. Organismus musí vynaložit energii na to, aby potravu rozložil (Roubík, 2018). Nejvyšší nárůst energetického výdeje je 1,5 hodiny po jídle, výdej se normalizuje 2–4 hodiny po jídle (Zlatohlávek, 2019). Termický efekt potravin podle Roubíka (2018) představuje 5–10 % celkového energetického výdeje organismu, závisí na poměru jednotlivých živin. Podle Informačního centra bezpečnosti potravin (n. d.) termický efekt potravin zaujímá 10–15 % podle složení stravy a jejího množství. K trávení tuků je potřeba nejméně energie, nejvíce je potřeba na trávení bílkovin (tuky 0–3 %, sacharidy 5–10 %, bílkoviny 20–30 % jejich energetické hodnoty) (Roubík, 2018).

### 4.2.2.1 Svalová práce

Svalová práce je svalová síla působící po určité dráze, tedy spotřeba energie potřebná pro veškerý pohyb. Její jednotkou je 1 joule. Výše svalové práce závisí na míře zapojení svalové hmoty a délce a intenzitě fyzické aktivity (Rokyta, 2016; Roubík, 2018). V následující tabulce je možné vidět výčet pohybových činností a jejich energetický výdej.

**Tabulka č. 1.** Výdej energie. Převzato ze Zlatohlávka (2019)

Výdej energie při vybraných druzích sportů (kJ/kg/h)	
Badminton	21 kJ/kg/h
Basketbal	35 kJ/kg/h
běh 10 km/h/kg	44 kJ/kg/h
Běžky	34 kJ/kg/h
Bruslení	23 kJ/kg/h
Fotbal	39 kJ/kg/h
Florbal	37 kJ/kg/h
Házená	35 kJ/kg/h
Hokej	65 kJ/kg/h
chůze 4 km/h	14 kJ/kg/h
jízda na kole 15 km/h	25 kJ/kg/h
Lyže	26 kJ/kg/h
Plavání	31 kJ/kg/h
Snowboard	21 kJ/kg/h
Squash	53 kJ/kg/h
stolní tenis	15 kJ/kg/h
Tenis	41 kJ/kg/h

## 5 Příjem bílkovin a jeho vliv na svalovou hmotu

Pro růst svalové hmoty je potřeba kromě vhodného zdravotního stavu pravidelný odpovídající příjem bílkovin a vhodná a pravidelně se opakující pohybová činnost.

## 5.1 Bílkoviny

Z hlediska navyšování objemu svalové hmoty je nejdůležitější strukturální funkce bílkovin, protože bílkoviny tvoří pojivové tkáně, jako jsou šlachy, vazy, klouby, kosti ad., a to včetně svalových vláken. Svalová vlákna jsou tvořena proteinovými komplexy složenými především z aktinu a myozinu a dalších podpůrných proteinů. Svalová buňka obsahuje velké množství jader po celé délce svalového vlákna, což umožňuje velmi rychlou syntézu bílkovin nutnou pro regeneraci kontraktilních proteinů. Celé svalové vlákno je vlastně jedna buňka dlouhá po celé délce svalu, široká je však desetinu až setinu jednoho milimetru. U každého člověka se objem jednotlivých svalových vláken liší. Tento objem můžeme cíleně zvětšovat silovým tréninkem a výživou. Každý sval obsahuje několik tisíc svalových vláken, a když se jejich objem nepatrně zvětší, zvětšuje se objem i síla celého svalu. Bílkoviny by tedy měly být základním stavebním kamenem pro všechny, kteří chtějí zvýšit množství své svalové hmoty, protože jsou zásadní pro regeneraci, růst síly i zvýšení objemu svalových vláken (Roubík, 2018).

### 5.1.1 Množství bílkovin při nabírání svalové hmoty

Dle EFSA (2010) je oficiální doporučení příjmu bílkovin pro nesportující zdravou populaci 0,8 g na kilogram tělesné hmotnosti za den. Podle Roubíka (2018) se denní příjem bílkovin pro pravidelně a kondičně trénující osoby, které chtějí postavu rýsovat nebo si svalovou hmotu přinejmenším udržet, případně se zbavit části tuku, je 1,5–2 g na kilogram aktivní svalové hmoty za den. Pro vybudování svalové hmoty doporučuje Roubík (2018) 2–2,5 g bílkovin na kilogram aktivní tělesné hmotnosti za den. Zmíněné množství bílkovin se počítá na aktivní tělesnou hmotnost, což je potřeba zohlednit u obézních osob a začínajících sportovců. Mortonova metaanalýza (Morton et al., 2018) uvádí, že většina odborné literatury se shoduje, že v rámci naturálního silového tréninku zvýšený příjem bílkovin na 1,6–2,2 g na kilogram aktivní tělesné hmotnosti za den významně zvyšuje podíl aktivní svalové hmoty a objem svalů. Další navyšování příjmu bílkovin nemá na zvýšení proteosyntézy ve svalových buňkách a na budování nové svalové hmoty efekt. Výjimku tvoří závodníci ve fázi rýsování postavy a předsoutěžní přípravy ve fitness. Dle Roubíka (2018) se využití nadměrné konzumace bílkovin liší u mužů a u žen. Zatímco mužům vysoký příjem bílkovin podporuje tvorbu svalové hmoty, u žen může způsobovat malátnost, únavu, bolesti hlavy a snižovat pohlavní aktivitu. S přibývajícím věkem množství svalové hmoty klesá, proto by množství přijímaných bílkovin mělo být ovlivněné i tímto faktorem (Roubík, 2018).

## 5.2 Biologická hodnota bílkovin

Při budování svalové hmoty hraje klíčovou roli kvalita získaných bílkovin, zejména z hlediska obsahu esenciálních aminokyselin. Tělo si některé aminokyseliny nedokáže samo vyprodukovat, a proto je nutné je přijímat z potravy. Kvalita bílkovin se měří *biologickou hodnotou*, která zahrnuje aminokyselinové složení odpovídající potřebám těla a schopnost těla efektivně využít tyto aminokyseliny z daného zdroje potravy (Roubík, 2018).

### 5.2.1 Definice

Biologická hodnota bílkovin je definována jako „počet gramů tělesných bílkovin, které tělo dokáže vytvořit ze 100 gramů bílkovin obsažených v potravě“ (Konopka, 2004). Konkrétnější definicí je „poměr zabudovaného dusíku (tj. aminokyselin) v těle k množství absorbovaného dusíku (tj. aminokyselin) z potravy“ (Roubík, 2018).

Vyšší biologická hodnota znamená, že tělo může aminokyseliny z daného zdroje pro syntézu bílkovin využít efektivněji. Když je biologická hodnota proteinového zdroje vyšší, tělo potřebuje méně celkového množství bílkovin v potravě, aby udrželo pozitivní dusíkovou bilanci (Roubík, 2018).

### 5.2.2 Množství zkonsumované bílkoviny ovlivňuje využitelnost

Pro posouzení a srovnání biologické hodnoty se nejčastěji používá relativní stupnice využitelnosti, přesnější je však stupnice skutečného procentuálního využití dané bílkoviny, která vyjadřuje opravdové zabudování bílkoviny z potravy do organismu – využití k proteosyntéze (někdy se používá i spojení „procenta zabudovaného dusíku z potravy“). Tyto stupnice pochopitelně nezohledňují individuální dispozice jedince – trávení, vstřebávání, věk, váhu, pohlaví, zdravotní stav, jídelníček, fyzickou aktivitu. Nicméně obecně podle výše uvedených stupnic nejhodnotnější zdroj bílkovin v lidské výživě má syrovátkový protein, o něco méně vaječný bílek, dále hovězí maso, mléko a sója (která má oproti vejci 2/3 biologickou hodnotu). Biologická hodnota závisí i na přijatém množství daného zdroje bílkovin. Např. biologická hodnota mléka je 90 do příjmu 0,2 g bílkovin na kilogram hmotnosti, pokud je příjem mléka 0,5 g / kg, biologická hodnota klesne na 70 (Roubík, 2018).

### 5.2.3 Ukazatele kvality bílkovinných zdrojů

V minulosti byly zavedeny ještě další a často přesnější ukazatele kvality zdrojů bílkovin. Například se jedná o ukazatel zadrženého dusíku NPU (net protein utilization), který vyjadřuje poměr zadrženého dusíku v těle z dusíku přijatého v potravě. Je to součin biologické hodnoty bílkovin a vstřebatelnosti bílkoviny. Dále vstřebatelnost bílkovin PD (protein digestibility), vyjadřující poměr absorbovaného dusíku k množství dusíku v potravě. Další existují AAS (aminokyselinové skóre), EAAl (index esenciálních aminokyselin) a PDCAAS (ukazatel kvality bílkovin), které se zaměřují na aminokyselinové spektrum v daném zdroji bílkovin. AAS srovnává obsah jednotlivých aminokyselin v daném zdroji bílkovin s tzv. ideálním proteinem, který obsahuje optimální poměr esenciálních aminokyselin, který byl stanoven WHO (Světovou zdravotnickou organizací) a následně aktualizován FAO (Organizací pro výživu a zemědělství) a UNU (Univerzitou OSN) (Roubík, 2018).

Ještě přesnější je EAAl, což je geometrický průměr AAS pro jednotlivé esenciální aminokyseliny.

Dnes je za nejlepší metodu považovaný PDCAAS. Tento ukazatel spojuje hodnocení aminokyselinového spektra odpovídající potřebám lidského organismu a schopnost organismu danou bílkovinu strávit a vstřebat. Nezohledňuje obsah antinutričních faktorů (kyselina fytová, inhibitory trypsinu ad.); ten je zohledňován ukazatelem DIASS (digestible indispensable amino acid score – ukazatel kvality bílkovin) (Roubík, 2018).

Bez ohledu na to, jaký ukazatel kvality bílkovin použijeme, nejhodnotnější pro nabírání svalové hmoty jsou bílkoviny živočišné. Obsahují většinou plné spektrum aminokyselin a jsou pro člověka lépe a rychleji stravitelné a vstřebatelné.

#### **5.2.4 Plnohodnotné bílkoviny**

Vstřebatelnost bílkovin z živočišných zdrojů se pohybuje v rozmezí 91–98 % (Roubík, 2018) při příjmu 10–50 g bílkovin v jednom jídle. Lidský organismus dokáže vstřebat 5–10 g bílkovin z živočišných zdrojů za hodinu (Roubík, 2018).

#### **5.2.5 Rostlinné zdroje bílkovin**

Rostlinné zdroje bílkovin mají vstřebatelnost výrazně nižší než zdroje živočišné. Proto ve stravě, v níž převažují rostlinné zdroje bílkovin, musí být denní celkový příjem bílkovin až o polovinu vyšší a musí být kombinován z více zdrojů (Roubík, 2018). Zdroje rostlinných bílkovin často neobsahují všechny esenciální aminokyseliny a většinou jedna v daném zdroji chybí nebo je zastoupena výrazně méně, než odpovídá potřebám organismu (Roubík, 2018). Této chybějící nebo nedostatečně zastoupené aminokyselině se říká *limitní aminokyselina*. U obilovin to je lysin, u kukuřice tryptofan, u luštěnin methionin nebo cystein.

Bílkoviny, které nejsou využity na tvorbu svalové hmoty, jsou využity střevními baktériemi nebo jsou spotřebovány přímo enterocyty jako zdroj energie. Po vstřebání se nadbytek aminokyselin uloží do aminokyselinového poolu, který slouží jako okamžitá zásobárna aminokyselin v organismu. V den tréninku nebo den po tréninku tělo pravděpodobně uložené aminokyseliny využije pro regeneraci svalové hmoty a její růst. Mimo silový trénink je však pravděpodobné, že se přemění na glukózu a ta na zásobní tuk (Roubík, 2018).

Některé rostlinné zdroje bílkovin jich také obsahují podstatné množství, ale většinou se jedná o bílkoviny neplnohodnotné. Většinou mají špatné aminokyselinové spektrum, minimálně 1 aminokyselina je limitní nebo obsahují antinutriční látky jako kyselinu fytovou či inhibitory trypsinu, které využitelnost bílkoviny snižují. Vegané proto musejí jídelníček různě upravovat. Například fermentací sóji se odstraní většina antinutričních látek, a tím se zvýší biologická hodnota. Takto vzniká natto, miso a tempeh. Další možností je kombinování různých zdrojů rostlinných bílkovin – např. luštěnin, kde je limitní aminokyselina methionin, a obilovin, kde je limitní aminokyselina lysin, aby došlo k namíchání plného spektra aminokyselin. Toto kombinování však nemá stoprocentní efektivitu kvůli rozdílnému obsahu všech dalších aminokyselin a také proto, že bílkoviny se ve střevech štěpí jen na krátké peptidy a rozpad na jednotlivé aminokyseliny probíhá až

intracelulárně. Proto musejí lidé na rostlinné stravě konzumovat až 1,5krát vyšší množství rostlinných bílkovin, aby vzhledem k nižší biologické hodnotě pokryli svoji potřebu. U sportujících osob je potřeba ještě vyšší (Roubík, 2018).

Roubík (2018) tvrdí, že konzumace rostlinných zdrojů bílkovin v kombinaci s živočišnými bílkovinami jejich biologickou hodnotu zvyšuje. Sportovci si při počítání živin v jídelníčku většinou do celkového příjmu bílkovin započítávají rostlinné bílkoviny jen z poloviny nebo si je nezapočítávají vůbec. Kalorický příjem se samozřejmě započítává plně (Roubík, 2018).

Využitelnost bílkovin organismem se zvyšuje kombinací více zdrojů bílkovin během dne. Využijí se tím více, čím více je odlišné jejich aminokyselinové spektrum. Doporučuje se také kombinování různých druhů plnohodnotných bílkovin ve dvou po sobě následujících jídlech během dne (Roubík, 2018).

#### **5.2.5.1 Rubnerův a Wolfův zákon**

Rubnerův zákon limitní aminokyseliny vyjadřuje, že využití aminokyselin z přijatých bílkovin je závislé na množství nejméně zastoupené esenciální aminokyseliny. To znamená, že na proteosyntézu může být použito jen tolik aminokyselin, kolik odpovídá množství nejméně zastoupené esenciální aminokyseliny v daném zdroji bílkovin. Ostatní aminokyseliny jsou spáleny jako zdroj energie, jelikož nemohou do proteosyntézy vstoupit, a to i když organismus trpí celkovým nedostatkem bílkovin (Roubík, 2018).

Wolfův zákon nadbytku esenciálních aminokyselin vysvětluje, že příjem jakékoli jednotlivé esenciální aminokyseliny ve velkém nadbytku narušuje metabolismus ostatních aminokyselin v organismu a zesiluje působení limitní aminokyseliny. To znamená, že nadměrné užívání limitní aminokyseliny nezvyšuje její účinky v organismu – často takto bývá v proteinových suplementech zvýšené množství leucinu, protože má zásadní úlohu v maximalizaci proteinové syntézy ve svalech (Roubík, 2018).

#### **5.2.5.2 Rozložení příjmu bílkovin během dne**

Zabývat se otázkou rozložení příjmu bílkovin v rámci dne je nemálo důležité právě proto, aby jejich absorpce do krve a do svalů ve formě aminokyselin byla co nejefektivnější a vliv na zvýšení proteosyntézy co nevyšší (Roubík, 2018). Aktivace proteosyntézy ve svalech probíhá pomocí fosforylačních procesů, které řídí protein nazývaný *mammalian target of rapamycin* (mTOR). Tento protein je aktivován esenciálními aminokyselinami, a to především leucinem, ale i inzulinem, IGF-1 a růstovým hormonem. Z tohoto důvodu je příhodné v každé dávce bílkovin přes den přijmout nejméně 10 g esenciálních aminokyselin nebo 2,5–3 g leucinu. Pro spuštění proteosyntézy je však potřeba dostupnost i dalších substrátů – esenciálních aminokyselin, mikronutrientů a dostatečného energetického příjmu (Roubík, 2018). Podle výzkumu (Areta et al., 2013), který sledoval množství přijatých bílkovin, frekvenci jejich konzumace a následné zvýšení proteosyntézy ve svalech, je

nejefektivnější konzumace 20 g bílkovin každé 3 hodiny po dobu 12 hodin na rozdíl od frekvencí 8×10 g bílkovin za 12 hodin a 2×40 g bílkovin za 12 hodin.

### **5.2.5.3 Význam a používání BCAA**

BCAA jsou aminokyseliny s rozvětveným řetězcem a představují o vůbec nepoužívanější doplněk stravy. Tyto tři klíčové aminokyseliny valin, leucin a izoleucin představují zhruba 35 % všech esenciálních aminokyselin ve svalové tkáni. Při silovém tréninku dochází ke zvýšení hladin enzymu BCKDC, který katalyzuje štěpení těchto aminokyselin s rozvětveným řetězcem, což vede k intenzivnější spotřebě BCAA ve svalové tkáni.

Efekt valinu na svalovou hmotu se zdá ze všech BCAA nejmenší. V játrech se transformuje na glukózu a nemá smysl ho užívat samostatně. Leucin je z těchto tří esenciálních aminokyselin nejkoumanější. Při katabolismu z něj vznikají ketolátky. Aktivuje mTOR proteinkinázu, která vyvolává proteosyntézu ve svalech. mTOR kinázu aktivuje též fyzické cvičení. Valin a izoleucin mTOR kinázu také aktivují, ale v mnohem menší míře. Na stimulaci tvorby svalových bílkovin má větší vliv podání 5 g leucinu než 5 g BCAA. Zvýšení proteosyntézy a regenerace svalové tkáně při suplementaci leucinu má výraznější efekt u starších nebo nemocných osob. Leucin je též jediným zdrojem pro tvorbu HMB (hydroxymethylbutyrát). HMB zvyšuje fyzický výkon, slouží k lepší stavbě svalové tkáně a zabraňuje odbourávání bílkovin při fyzické zátěži. Z celkového množství leucinu přijatého z potravy se na HMB promění 2–10 %. Leucin je možné užívat na lačno 3–5 g, okolo tréninku nebo i s jídlem, které je jinak chudší na obsah leucinu. Poslední aminokyselinou z BCAA je izoleucin. Je to aminokyselina glukogenní i ketogenní. Její účinek je vyšší než u valinu, ale nižší než u leucinu. Zdá se, že izoleucin je schopen zvyšovat vychytávání glukózy svalovými buňkami a má antikatabolické účinky. Stejně jako u valinu nemá význam ho konzumovat samostatně (Roubík, 2018).

Hlavním přínosem BCAA je tedy zvýšená míra proteosyntézy, rychlejší regenerace a ochrana svalové hmoty. Ve společnosti panuje domněnka, že BCAA má vliv na zmírnění únavy a vyčerpání při sportovním výkonu, to však nebylo výzkumy potvrzeno. U zdravých jedinců konzumujících stravu bohatou na plnohodnotné bílkoviny není potřeba BCAA suplementovat. Suplementace má však význam u starších osob, u osob s příjmem bílkovin pod 1 g na kilogram tělesné hmotnosti a u sportovců s vyšší zátěží. Výhodou BCAA je lepší tolerance trávicím traktem na rozdíl například od proteinových nápojů (Roubík, 2018).

## **5.3 Zdroje bílkovin**

### **5.3.1 Maso**

Jedinci, kteří chtějí získat svalovou hmotu, jako hlavní zdroj bílkovin často volí maso. Pro účely svalového růstu je využívána svalová tkáň zvířat, protože obsahuje podobné spektrum aminokyselin. Nej kvalitnějším a nejbohatším zdrojem vhodných aminokyselin je hovězí zadní, svíčková, vepřová panenka. Dalším důležitým zdrojem bílkovin je maso z kuřecích a krůtích prsou. Krůtí prsa mají vyšší obsah bílkovin, lepší spektrum



aminokyselin a nižší obsah tuku. Všechny tyto druhy masa mají minimum tuku. Červené maso vyniká navíc obsahem železa, zinku, mononenasyčených mastných kyselin a vitamínu B<sub>12</sub>. Preference libových kusů masa je dobrá nejen kvůli nízkému obsahu tuku, ale i kvůli nižšímu obsahu pojiv a kolagenu. Vyšší množství kolagenu a pojiv v potravě snižuje využitelnost bílkovin organismem a zpomaluje jejich trávení – snižuje efektivitu žaludečních a střevních enzymů při trávení bílkovin (Roubík, 2018).

Velmi kvalitním zdrojem bílkovin je i králičí maso a zvěřina.

Nepostradatelnou součástí jídelníčku člověka snažícího se zvětšit množství svalové hmoty by měly být ryby. Jsou zdrojem polynenasycených mastných kyselin, vitamínů, minerálních látek a stopových prvků. Nejvhodnějším zdrojem je pstruh a losos, které je ideální konzumovat 2x týdně. Dále je vhodný steak z tuňáka a některá mražená rybí filé (z mořské štiky) (Roubík, 2018).

### **5.3.2 Vejce**

Vejce jsou velmi kvalitní zdroj bílkovin jednak přímo pro množství bílkovin, ale hlavně mají velmi dobré spektrum aminokyselin. Vaječný bílek je čistá bílkovina bez sacharidů a tuků. Vaječný žloutek obsahuje kromě lipoproteinů vitamíny rozpustné v tucích, vitamíny skupiny B včetně vitamínu B<sub>12</sub>, nasyčené a nenasycené mastné kyseliny – včetně esenciálních CLA (konjugovaná kyselina linolová) a ALA (kyselina  $\alpha$ -linolenová). Dříve častá obava z cholesterolu z vajec není oprávněná a také je podstatné, že sportující jedinec spotřebuje daleko více cholesterolu než nesportující. Je potřeba brát v úvahu, že vstřebatelnost bílkovin se snižuje s množstvím snědených vajec a rychlost absorpce bílkovin z vajec je pomalejší než u masa a syrovátkového proteinu. Samozřejmě je lepší preferovat vejce z volného chovu s venkovním výběhem nebo z eko farem (Roubík, 2018).

### **5.3.3 Mléčné výrobky**

Dalším zdrojem kvalitních bílkovin jsou mléčné výrobky. Hlavním proteinem mléka je kasein (asi 80 %), méně zastoupeným jsou syrovátkové proteiny. Tvarohy, jogurty, kefíry a sýry se vyrábějí srážením kaseinu prostřednictvím bakterií mléčného kvašení nebo enzymů. Celkem nedlouho je na českém trhu výrobek zvaný skyr, který je dobrým zdrojem bílkovin a neobsahuje téměř žádné sacharidy ani tuky. Konzumovat tyto mléčné výrobky je velmi výhodné, jelikož se ze střeva do krve uvolňují pomaleji než ze syrovátkové bílkoviny nebo libového masa – jsou vhodné zvláště k večeři nebo na svačiny. Mléčné výrobky jsou zdrojem vápníku a vitamínů D a A s velmi dobrou biologickou dostupností a využitelností organismem (Roubík, 2018).

Zakysané neboli fermentované mléčné výrobky – probiotika – obsahují bakterie mléčného kvašení, které pozitivně ovlivňují složení a správnou funkci střevního mikrobiomu. Jejich účinek je navýšen společným konzumováním probiotiky (Roubík, 2018).

### **5.3.4 Syrovátkový protein**

Syrovátkový protein je nejhodnotnějším zdrojem bílkovin v lidské výživě. Obsahuje nejvyšší množství esenciálních aminokyselin. Je nejbohatším přirozeným zdrojem BCAA (aminokyselin s rozvětveným řetězcem, tj. valinu, leucinu a isoleucinu) a jeho spektrum aminokyselin z většiny odpovídá aminokyselinám v kosterním svalu. Obsahuje vysoké množství leucinu a cysteinu, které se podílejí na spouštění proteosyntézy ve svalech, čímž stimuluje nárůst svalové hmoty a síly více než jiné zdroje bílkovin. Navíc cystein zvyšuje produkci glutathionu, čímž se zvyšuje antioxidační působení. Proto je tedy syrovátkový protein nejrozšířenějším doplňkem ve sportovní výživě (Roubík, 2018).

## 6 Crohnova choroba

### 6.1 Historický úvod

Crohnova choroba je chronický relabující zánět trávicího traktu neznámého původu. Tato nemoc byla nazvána podle Burrilla Bernarda Crohna, amerického lékaře, který patřil do pracovního týmu lékařů, kteří tuto nemoc v roce 1932 nazvali podle B. B. Crohna a odlišili od jiných zánětů střeva. Existují domněnky, že Crohnovou nemocí trpěl již Alexandr Veliký. (Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat, 2016; Lukáš et al., 2017).

### 6.2 Definice nemoci

Crohnova nemoc je definována jako zánět tenkého nebo tlustého střeva nebo obou nebo kterékoli části trávicí trubice, od úst po anus. Zánět je segmentální, transmurální, může být provázen tvorbou granulomů (Lukáš et al., 2017).

Nejčastěji nemoc propuká mezi 15. a 30. rokem, diagnostikována bývá mezi 20. a 30. rokem. Bimodální výskyt bývá popisován mezi 55 a 65 lety a trimodální výskyt i po 80. roku života (Lukáš et al., 2017).

### 6.3 Klasifikace nemoci

Existuje několik klasifikací Crohnovy choroby. Montrealská klasifikace Crohnovy nemoci, klasifikace Crohnovy choroby dle Greensteina, klasifikace Crohnovy nemoci dle chování nemoci a klasifikace Crohnovy nemoci dle lokalizace, která se v klinické praxi používá nejčastěji (Lukáš et al., 2017). V tabulce níže jsou uvedena místa postižení Crohnovou chorobou a jejich procentuální zastoupení (Lukáš et al., 2017).

**Tabulka č. 2.** Klasifikace Crohnovy choroby. Převzato z Lukáše et al. (2017)

Klasifikace Crohnovy choroby dle lokalizace
1. Jejunoileitida (5 %)
2. Ileitida (25–35 %)
3. Ilekolitida (45 %)
4. Kolitida (30 %)
5. Anorektální onemocnění (30–40 %)
6. Crohnova choroba apendixu (50 %)
7. Crohnova choroba jícnu (málo časté)
8. Crohnova choroba žaludku (málo časté)
9. Crohnova choroba duodena (málo časté)

Dle Minárikové (2021) se nejčastěji používá Montrealská klasifikace Crohnovy nemoci založená na lokalizaci nemoci, věku v době diagnózy a chování nemoci.

**Tabulka č. 3.** Montrealská klasifikace Crohnovy nemoci. Převzato z Minárikové (2021)

Věk při stanovení diagnózy	A1 = < 16 let
	A2 = 17–40 let
	A3 = > 40 let
Lokalizace	L1 = terminální ileum
	L2 = kolon
	L3 = ileokolon
	L4 = horní GIT
	L5 = dolní GIT + perianální nemoc
Charakteristika nemoci	B1 = nestenózující, neperforující = zánětlivý typ
	B2 = stenózující typ
	B3 = perforující typ
	B4 = perianální postižení

Klinický obraz Crohnovy choroby je velmi variabilní, záleží na lokalizaci, rozsahu zánětu a na charakteru zánětlivých změn. Podle charakteru zánětu rozlišujeme tři formy Crohnovy choroby: zánětlivou, stenózující a penetrující. Jednotlivé formy mohou v sebe v průběhu let přecházet. K posouzení nemoci se používají různé indexy, které hodnotí klinické symptomy; nevýhodou ovšem je, že často nekorelují s endoskopickými nálezy a jinými zobrazovacími vyšetřeními (Mináriková, 2021).

Nejčastěji je postižena ileocekální oblast (26–48 %) (Mináriková, 2021).

#### **6.4 Příčiny nemoci**

Crohnova nemoc patří mezi idiopatické střevní záněty (IBD – Inflammatory Bowel Diseases) a její příčina není známá. Podle Lukáše et al. (2017) se pravděpodobně jedná o interakci mezi genetickou predispozicí, faktory zevního prostředí a slizniční imunitou (Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat, 2016; Lukáš et al., 2017). Předpokládá se, že jde o civilizační nemoc vznikající jako důsledek změn životního stylu, uchovávání a přípravy jídel, používání antibiotik a nadměrného stresu (Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat, 2016), ačkoli vliv stresu ani úzkostných stavů na Crohnovu chorobu nebyl potvrzen (Lukáš et al., 2017). Všechny tyto změny proběhly v posledních 100 letech a imunitní systém na ně reaguje nadměrně agresivně – přehnanou imunitní reakcí na lumenální mikrobiální flóru, což by mohlo svědčit o deficitu v bariérové funkci při změněném bakteriálním osídlení střeva (Lukáš et al., 2017). Není však známo, zda se jedná o reakci na neznámý patogen, nebo přemrštěnou reakci na neškodný podnět. Pravděpodobně jde o souhru genetické predispozice, hostitelovy imunity a faktorů zevního prostředí. Nejprve se rozvine akutní poškození sliznice, později chronické (Lukáš et al., 2017).

Vliv na vznik onemocnění mohou mít také antibiotika, která narušují střevní mikroflóru, přičemž nedochází k dostatečnému zformování imunitního systému, a dále kouření, perorální kontraceptiva, nesteroidní antiflogistika, zvýšené množství rafinovaného cukru a nedostatek vlákniny (Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat, 2016; Lukáš et al., 2017). Aktivní kuřáci mají dvakrát vyšší riziko vzniku Crohnovy choroby než kuřáci bývalí. Kouření zhoršuje průběh onemocnění a je příčinou nutnosti stupňování léčby, vyšší potřeby chirurgických zákroků a rekurencí po chirurgické resekci (Lukáš et al., 2017).

Jako protektivní faktor vzniku Crohnovy choroby se považuje kojení. Crohnova choroba bývá spojována s vyšším socioekonomickým statutem, protože takový jedinec nepřijde do kontaktu s tolika antigeny ze zevního prostředí (Lukáš et al., 2017).

## **6.5 Komplikace Crohnovy nemoci**

### **6.5.1.1 Stenózy**

Stenózy jsou obvykle odrazem dlouhotrvající nemoci. Projevují se obvykle postprandiálními kolikovitými bolestmi břicha, vedou k obstrukci a poruše pasáže (Mináriková, 2021).

### **6.5.1.2 Absces**

Komplikaci v podobě abscesu má v průběhu onemocnění 25 % pacientů. Projeví se horečkou, bolestmi břicha a peritoneálními příznaky (Mináriková, 2021).

### **6.5.1.3 Píštěle**

Píštěle neboli fistuly jsou kanálky spojující rektum nebo řitní kanál a perianální nebo perineální kůži, nebo propojující střevní kličky, mohou vést do močového měchýře nebo do pochvy. Je jich mnoho druhů. Projevují se nejčastěji bolestmi, odchodem hnisu, zápachem, únavou nebo febrilií. Obturací kanálu dochází ke vzniku abscesu (Mináriková, 2021).

## **6.6 Prevalence**

Prevalence idiopatických střevních zánětů mezi příbuznými prvního stupně je 8–10krát větší než v běžné populaci (Lukáš et al., 2017). Dědičnosti má vliv na manifestaci Crohnovy choroby ze 40–50 % (Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat, 2016). Je-li Crohnovou nemocí postižen jeden z rodičů, je riziko vzniku onemocnění 3–5krát vyšší než u obou zdravých rodičů. Jsou-li postiženi oba, je pravděpodobnost manifestace vyšší 50krát. Incidence Crohnovy choroby je 4–6 lidí na 100 000 obyvatel za rok (Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat, 2016). V roce 2020 bylo v ČR 50 000 – 60 000 pacientů s Crohnovu chorobou nebo ulcerózní kolitidou.

Idiopatické střevní záněty mají v Evropě i ve Spojených státech amerických stoupající incidenci (Lukáš et al., 2017). V roce 2017 byla v Evropě 12,7/100 000 obyvatel a v USA 201/100 000 dospělých obyvatel a 43/100 000 dětí do 20 let.

Jiný zdroj (Dušek et al., 2019) uvádí, že v roce 2018 byla prevalence všech pacientů s IBD 98 000 a ročně narůstá o 8–9 %.

## **6.7 Projevy nemoci**

Propuknutí nebo znovupropuknutí nemoci se označuje jako akutní fáze nemoci; znovupropuknutí se též označuje jako relaps. Projevy Crohnovy choroby jsou poměrně různorodé, závisí především na lokalizaci choroby. Mezi nejčastější projevy patří časté vodnaté průjmy a silné bolesti v břiše, dále se může vyskytnout horečka, křeče většinou v pravé straně podbřišku, bolesti v oblasti konečníku, zácpa, abscesy, trhliny, píštěle, ztráta hmotnosti, nechutenství, únava, při neprůchodnosti střeva nevolnost a zvracení, u dětí zpoždění růstu. Extraintestinální příznaky se projevují bolestmi kloubů, zánětlivými změnami kůže, záněty očí nebo postižením jater (Lukáš et al., 2017).

### **6.7.1 Bolest břicha**

Bolest břicha je u nemoci nejčastějším příznakem. Predilekčním místem pro Crohnovu nemoc je oblast terminálního ilea, céka a proximální části tlustého střeva, a právě zde lokalizovaná nemoc se manifestuje bolestí v pravém dolním kvadrantu (Lukáš et al., 2017). Příčina bolesti není jasná. Zřejmě zde působí vztahy mezi aktivací imunitního systému, zánětem a enterickým nervovým systémem. Viscerální bolest je pravděpodobně důsledkem zánětu serózy, případně tlakem abscesu. Křeče bývají způsobeny četnými a zvětšenými ganglii myenterického plexu ve střevě (Lukáš et al., 2017). Ke křečím dochází po určité době od najedení v závislosti na míře zúženého lumen. Může se vyskytnout i vzednutí břicha, nauzea a zvracení (Lukáš et al., 2017).

Crohnova choroba může řadu let probíhat asymptomaticky jen s občasnými bolestmi břicha. K propuknutí symptomů nemoci může dojít, až když dojde k fibrózní stenóze nebo k obstrukci, kterou způsobí syrová zelenina nebo ovoce.

### **6.7.2 Průjem**

Častým a bolesti břicha často provázejícím symptomem je průjem (Lukáš et al., 2017). Průjem definujeme jako „časté tj. více než 3krát denně vyprazdňování řídké až vodnaté stolice o váze větší než 250 g za den nebo 250 ml za den“ (Ehrmann & Konečný, 2012). Přičemž fyziologický objem stolice je 100–150 ml za den. Příčiny průjmu jsou multifaktoriální. Příčinou je jednak porucha vodní a elektrolytové absorpce a sekrece, ale i intestinální motilita. Dochází k exsudaci bílkovin a tekutin v důsledku zvýšené permeability střevní stěny. Z důsledku špatného vstřebávání žlučových solí nastává steatorea. Může docházet k enteroragii (Lukáš et al., 2017).

### 6.7.3 Úbytek hmotnosti

Úbytek hmotnosti je u pacientů s Crohnovou chorobou velmi častý. Je způsoben intenzivním zánětem, který zvyšuje spotřebu energie a potřebu bílkovin. Zánět vyvolává častý průjem, malabsorpci, bolesti břicha a anorexii. Příčinou anorexie, nauzey a zvracení je i léčba některými přípravky. Pacienti mohou mít často strach z trávicích obtíží při běžných každodenních činnostech, a i proto si snižují denní příjem stravy. Konečným důsledkem úbytku hmotnosti je často malnutrice, která vede k únavě a nutričním deficitům. Pacienti s malnutricí mohou mít nedostatek železa, kyseliny listové, vitamínu B<sub>12</sub>, kalcia, magnézia, zinku a vitamínů rozpustných v tucích (Lukáš et al., 2017).

### 6.7.4 Horečka

Horečku způsobuje zánětem zvýšená tvorba prozánětlivých cytokinů. Délétrvající perzistující horečka bývá infekční etiologie. Příčinou horečky může být tvorba abscesu (Lukáš et al., 2017).

### 6.7.5 Anémie

Anémie se týká 1/3 nemocných s Crohnovou chorobou (Lukáš et al., 2017). Většinou jde o anémii z nedostatku železa při krevních ztrátách. Makrocytární anémie je důsledkem deficitu vitamínu B<sub>12</sub> při lokalizaci nemoci v oblasti ileu nebo po jeho resekci (Lukáš et al., 2017). Anémie z nedostatku kyseliny listové bývá při postižení proximální části tenkého střeva nebo při léčbě sulfasalazinem. Tvorba erytropoetinu bývá inhibována nadprodukcí IFN $\gamma$ , TNF nebo interleukinem 1, což způsobuje anémii, která je rezistentní k náhradě železa – v takových případech hovoříme o anemii chronických onemocnění (Lukáš et al., 2017).

## 6.8 Extraintestinální projevy Crohnovy nemoci

Extraintestinální projevy (EIM) Crohnovy choroby mohou být definovány jako „zánětlivá patologie u pacienta s IBD, která se nachází mimo střevo a jejíž patogeneze je buď závislá na extenzi/translokaci imunitních odpovědí ze střeva, nebo jde o nezávislou zánětlivou událost udržovanou IBD nebo sdílí společnou enviromentální nebo genetickou predispozici s IBD.“ (Hedin et al., 2019). Extraintestinální projevy Crohnovy nemoci se vyskytují u 35–50 % (Mináriková, 2021) pacientů s idiopatickými střevními záněty, nejvíce u pacientů s Crohnovu nemocí. U 24 % pacientů s IBD se vyskytují ještě před střevní manifestací (Rogler et al., 2021). EIM mohou výrazně zhoršit kvalitu života pacientů s IBD. Právě v důsledku mimostřevních projevů, které mohou postihovat téměř všechny systémy, jsou klinické příznaky tak různorodé, že mohou znesnadňovat diagnostiku (Mináriková, 2021). Švýcarská kohortová studie zaměřující se na extraintestinální projevy uvádí, že z 366 pacientů s IBD, kteří měli EIM, mělo 63 % jeden EIM, 26 % dva, 5 % tři, 2 % čtyři a 3 % pět EIM (Vavricka et al., 2015). Podle několika studií EIM mohou být častější u IBD s časným nástupem a u mladších pacientů. Genetické riziko k patogenezi EIM popisuje Rogler, Singh, Kavanaugh a Robin (2021). Existuje významné překrývání mezi lokusy genetického rizika pro EIM a IBD. Pacienti s velmi časným nástupem IBD a koexistujícími

EIM by měli být vyšetřeni úplným sekvenováním genomu. Výsledky takového screeningu genomu mohou identifikovat monogenní onemocnění a možnosti vyléčení lze dosáhnout transplantací kmenových buněk (Crowley et al., 2020).

Některé extraintestinální příznaky Crohnovy nemoci souvisejí se střevní aktivitou zánětu více, některé méně často a některé s aktivitou střevního zánětu nesouvisejí.

Při diagnostice je potřeba se pokusit co nejlépe rozlišit vedlejší účinky léků a EIM.

### **6.8.1 Muskuloskeletální EIM**

Muskuloskeletální EIM jsou nejčastěji se vyskytující EIM u IBD (46 %, záleží ovšem na použití klinických kritérií). Jedná se především o artralgiu a artritidu. Prevalence artritidy se s věkem může snižovat (Rogler et al., 2021). Karreman, Luime, Hazes a Weel (2017) uvádí, že prevalence muskuloskeletálních EIM ve věkové skupině 20–30 let byla téměř 25 %, zatímco ve věkové skupině 50–60 let jen 2 %. Artritida IBD může postihnout jak periferní skelet, tak axiální skelet (Rogler et al., 2021). Jedná se o psoriatickou artrózu, axiální spondyloartritidu, artritidu související s entezitidou (zánětem úponů šlach, vazů a úponů do kosti), reaktivní artritidu, idiopatické akutní přední uveitidy, synovitidu rukou i nohou, sakroileitidy. Periferní postižení kloubů se vyskytuje u 10–20 % pacientů s Crohnovou chorobou. Neexistuje žádný spolehlivý laboratorní test, který by mohl být použit jako diagnostický index aktivity artritidy související s IBD (Rogler et al., 2021). Léčba zánětu střev je důležitým terapeutickým cílem, protože může také vyvolat remisi nebo snížení aktivity muskuloskeletálních projevů. U značné části pacientů, častěji pacientů s polyartikulárním onemocněním, však i přes zlepšení či vymizení zánětu střeva kloubní onemocnění přetrvává. V těchto případech jsou preferované ty terapie, které jsou potenciálně účinné pro obě onemocnění (Rogler et al., 2021). Ačkoli onemocnění tlustého střeva zvyšuje pravděpodobnost periferní artritidy, nezdá se, že by chirurgické odstranění nemocné části ovlivnilo průběh artritidy (Rogler et al., 2021).

### **6.8.2 Orální patologie**

Může být považováno za sporné, zda orální léze jsou jen projev onemocnění v první části GIT, nebo se jedná o EIM. Pacienti s Crohnovou chorobou trpí nejen aftózní stomatitidou, ale také parodontitidou. Aftózní stomatitida se projevuje typickými aftózními lézemi podobnými aftům v ileu nebo tlustém střevě: kulaté nebo oválné bolestivé vředy se žlutou pseudomembranózní spodinou a erytematózními okraji. Afty jsou často v bukální nebo labiální sliznici (Mináriková 2021, Rogler et al., 2021). Parodontitida je chronický zánětlivý stav vedoucí k destrukci kotvící kosti a měkké tkáně, projevující se zánětem dásní, otokem a krvácením, které nakonec vede k uvolnění zubů. Pokud jde o gingivitidu a parodontitidu, jsou u pacientů s IBD pozorovány vyšší frekvence ve srovnání se zdravými kontrolami. Aftózní stomatitida a parodontitida jsou obvykle paralelní s aktivitou střevních onemocnění a jsou spojeny s perianálním onemocněním (Rogler et al., 2021).



Vzácným orofaciálním EIM Crohnovy choroby je orofaciální granulomatóza. Orofaciální granulomatóza se často projevuje chronickým difuzním otokem rtů nebo dolní poloviny obličeje, ulcerací dutiny ústní, hyperplastickou gingivitidou a slizničními štítky v důsledku granulomatózního zánětu neznámé příčiny především u mladých mužů ve věku 14–20 let (Rogler et al., 2021).

Důležitou patofyziologickou roli pro orální EIM hraje mikrobiota (Rogler et al., 2021).

### **6.8.3 Oční EIM**

3,5–6,3 % pacientů s Crohnovou chorobou je predisponovaných k imunitně zprostředkovaným EIM (Mináriková, 2021). Mezi nejčastější oční EIM patří episkleritida, skleritida a uveitida. Mezi méně časté se řadí retinální vaskulitida, papilitida, infiltráty rohovky, myositida, scleromalacia perforans a optická neuritida. Mezi pacienty s IBD vykazují oční EIM vyšší prevalenci u dětí než u dospělých s IBD. Oční EIM jsou často spojeny s kožními a kloubními EIM (Ottaviano et al., 2018).

Episkleritida je zánět episklery – tkáně, která pokrývá skléru. Je to nejběžnější oční projev a způsobuje diskomfort. Je spojen s aktivním IBD a vzplanutím a lze jej zlepšit léčbou základního onemocnění. Skleritida je vzácnější než episkleritida a vyskytuje se u méně než 1 % případů. Skleritida může nakonec progredovat do trvalé ztráty zraku (Ottaviano et al., 2018).

Uveitida je zánět uveálního traktu, střední vrstvy oka, který zahrnuje duhovku, řasnaté tělísko a cévnatku. Je méně často spojen se zánětem střev (Ottaviano et al., 2018).

### **6.8.4 Kožní EIM**

Nejčastějšími kožními EIM jsou erythema nodosum a pyoderma gangrenosum (PG).

Erythema nodosum je onemocnění charakterizované bolestivými, červenými vyvýšenými podkožními uzly s predilekční lokalizací na přední straně tibie, může však být lokalizované i na stehnech a předloktí (Mináriková 2021, Rogler et al., 2021). Prevalence se uvádí mezi 5 a 15 % pacientů s Crohnovou chorobou (Vavricka et al., 2015).

Méně často se vyskytuje pyoderma gangrenosum. Jedná se o izolované nebo vícečetné bolestivé pustuly, které mohou ulcerovat a nekrotizovat. Pyoderma gangrenosum se objevuje hlavně na nohou, ale ve 4–8 % se může vyskytovat také na hlavě a krku a ve 4–5 % na trupu. Vředy mohou být jednotlivé nebo mnohočetné, jednostranné nebo oboustranné a mohou mít velikost od několika centimetrů až po celou končetinu. PG bývá závažnější než erythema nodosum a postihuje častěji ženy než muže (Greuter et al., 2017). Vyskytuje se u aktivní i u neaktivní Crohnovy choroby.

Sweetův syndrom je vzácný kožní EIM u pacientů s IBD. Typické kožní léze různé velikosti jsou spojeny s malignitami, infekcemi a méně často s IBD. Sweetův syndrom se obvykle

vyskytuje u pacientek (> 80 %) ještě společně s jinými EIM, jako je artritida, horečka nebo oční symptomy. Často je pozorována leukocytóza. Sweetův syndrom obvykle odpovídá aktivitě střevního onemocnění, takže nemusí být jasné, zda je leukocytóza způsobena kožním EIM nebo základním IBD. Sweetův syndrom byl také hlášen jako vedlejší účinek léků, jako je azathioprin (Rogler et al., 2021).

### **6.8.5 Hepatobiliární EIM**

Primární sklerotizující cholangitida (PSC) je u pacientů s IBD nejčastějším hepatobiliárním EIM. 60–80 % pacientů s PSC má diagnostikovanou IBD. PSC se častěji než u pacientů s Crohnovou chorobou vyskytuje u pacientů s ulcerózní kolitidou. PSC je charakterizována infiltrací lymfocytů do intrahepatálního a extrahepatálního žlučového stromu, vzniká zánět, který spouští fibrózu, v jejímž důsledku nakonec může vést ke strikturám malých nebo velkých žlučovodů. Konečným důsledkem může být jaterní cirhóza nebo cholangiokarcinom. PSC je spojeno s desetinásobně vyšším rizikem rozvoje kolorektálního karcinomu (Dean et al., 2020, Rogler et al., 2021). Hepatobiliární EIM zahrnuje ještě autoimunitní hepatitidu, cholangitidu a granulomatózní hepatitidu. Kromě toho existuje mnoho druhů léčby IBD, které mohou ovlivnit játra a způsobit hepatitidu.

Prevalence skutečných jaterních EIM je dle záznamů nízká (< 1 %). Odlišení vedlejších účinků léčby je obvykle obtížné, proto spolehlivá data pro incidenci a prevalenci chybí (Rogler et al., 2021).

### **6.8.6 Cévní EIM**

Cévní EIM jsou důsledkem systémového zánětu spolu s endoteliální dysfunkcí. Jedná se o zvýšenou tuhost aorty, která je považována za rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění. Proto mají pacienti s IBD zvýšené riziko akutního infarktu myokardu a srdečního selhání (Panhwar et al., 2019; Zanolli et al., 2020) a cerebrovaskulárních inzultů (Kirchgesner et al., 2018).

#### **6.8.6.1 Tromboembolické příhody**

Pacienti s IBD mají zvýšené riziko tromboembolických příhod. Toto riziko je zvýšené asi trojnásobně. Patofyziologie zvýšeného rizika není jasná. Přispívajícími faktory mohou být endoteliální dysfunkce, aktivace krevních destiček a porucha fibrinolýzy (Murthy et al., 2020; Rogler et al., 2021). Riziko komplikací tromboembolické příhody se zvyšuje se závažností zánětu a je nejvyšší u hospitalizovaných pacientů s IBD s akutní těžkou kolitidou (Rogler et al., 2021).

### **6.8.7 Vzácné EIM**

Následující dvě onemocnění, pankreatitida a pneumonitida, se vyskytují dosti vzácně.

### **6.8.7.1 Pankreatitida**

Akutní idiopatická pankreatitida je vzácným EIM vyskytujícím se hlavně u pacientů s Crohnovou chorobou. Akutní pankreatitidu jako EIM je třeba odlišit od pankreatitidy způsobené IBD specifickou medikací. Může se objevit i autoimunitní pankreatitida. Vysoké hladiny pankreatických enzymů v séru mohou souviset s rozsáhlým a závažně aktivním onemocněním tlustého střeva (Rogler et al., 2021).

### **6.8.7.2 Bronchopulmonální projevy a pneumonitida**

Bronchopulmonální EIM jsou vzácné, ale objevují se stále častěji. Mohou jimi být zasaženy všechny segmenty bronchopulmonálního traktu. Jako EIM bylo popsáno intersticiální plicní onemocnění, které postihuje především pacienty s ulcerózní kolitidou, a granulomatózní plicní onemocnění, které postihuje spíše pacienty s Crohnovou chorobou (Eliadou et al., 2020).

### **6.8.7.3 Další vzácné EIM**

Kromě pankreatitidy, bronchopulmonálních projevů a pneumonitidy se mezi EIM vzácně vyskytují ještě glomerulonefritida, amyloidóza, nefrolitiáza a perikarditida.

## **6.8.8 Systémová EIM: Únava a bolest**

Pacienti s IBD velmi často uvádějí jako symptom únavu a bolest.

### **6.8.8.1 Bolest**

Během akutní části nemoci si stěžuje na bolest 50–70 % pacientů s IBD, prevalence bolesti se udává u 71–89 %. Může souviset s EIM, jako je artritida, nebo může být samo o sobě interpretováno jako EIM. Přítomnost jiných EIM není s výskytem bolesti významně spojena. Pro většinu pacientů je bolest dlouhodobým problémem, více než 50 % pacientů pociťuje bolest s trváním > 5 let. Většina pacientů (až 60 %) uvádí bolesti břicha, dále také bolesti zad (38 %), bolesti kolen (29 %) a bolesti kyčle (26 %). Pro léčbu je důležité odlišit bolest jako příznak Crohnovy choroby – zánět, striktura, abscesy, píštěle – a bolesti jako příznak EIM (Zeitz et al., 2016).

### **6.8.8.2 Únava**

Únava je u většiny pacientů s IBD uváděna především během vzplanutí onemocnění a jeho aktivní fáze, ale často také v průběhu remise (Qazi, 2020). Únava postihuje 50 % pacientů v klinické remisi a více než 80 % pacientů s aktivním onemocněním (Borren et al., 2019). Patofyziologie únavy je nejasná. Únava je léčitelná velmi špatně (Rogler et al., 2021).

## **6.9 Diagnostika a léčba**

Ke stanovení diagnózy dochází na základě kombinace podrobné anamnézy, fyzikálního vyšetření, klinického, laboratorního, endoskopického, histologického a radiologického vyšetření.

### **6.9.1 Laboratorní vyšetření**

Standardem laboratorního vyšetření je krevní obraz, kde se může ukázat sideropenická anémie, leukocytóza, trombocytóza. Ze zánětlivých parametrů může jít o zvýšené CRP a sedimentaci erythrocytů. U zánětu s váhovým úbytkem bývá v biochemii zjevná hypoalbuminémie. Stanovuje se také fekální kalprotektin, který je ininvazivním prediktorem relapsu (Mináriková, 2021). Dále se používá sérologický pomocný test ke stanovení protilátek proti pivovarským kvasnicím (ASCA), který je u pacientů s Crohnovou chorobou pozitivní až z 60 %.

### **6.9.2 Endoskopické vyšetření**

Kolonoskopie je jednoznačně dominující vyšetření. Součástí endoskopických vyšetření je odběr bioptických vzorků a následné histologické vyšetření. Díky kolonoskopii je možné vidět typické segmentální rozložení Crohnovy nemoci, vředy, afty atd. Dle potíží je možné provést též enteroskopii a gastrokopii (Mináriková, 2021).

### **6.9.3 Zobrazovací vyšetřovací metody**

Nedílnou součástí diagnostiky IBD jsou radiologická vyšetření. Výhodou je jejich neinvazivnost. Nejpoužívanější je zřejmě ultrasonografie pro svou cenovou dostupnost, bezpečnost a absenci nežádoucích účinků. Je velmi využívána v monitorování terapeutického efektu. Nutností je radiolog se zkušeností s vyšetřováním střev. Využívá se také výpočetní tomografie a MR enterografie (Mináriková, 2021).

## **6.10 Léčba**

Crohnova choroba není prozatím vyléčitelná. Nicméně možnosti farmakoterapie se v posledních letech výrazně zlepšily a účinnost léčby podstatně vzrostla. Cílem léčby je zvládnutí atak tzv. indukční léčbou, ke které se používají aminosalicyláty, kortikoidy, biologické léky. Jedná se o léky s rychlým nástupem účinku doplněné dle indikovaného případu o antibiotika a podporu výživy. Dalším cílem je u pacientů v remisi udržet a prodloužit remisi tzv. udržovací léčbou. Udržovací léčba spočívá v užívání aminosalicylátů, imunosupresiv nebo biologických léků dle indikace lékaře, s cílem zajistit prevenci progresu, relapsu nebo rekurence, rozvoje komplikací a extraintestinálních manifestací (Lukáš et al., 2017).

### **6.10.1 Aminosalicyláty**

Aminosalicyláty jsou indikovány u méně aktivní formy Crohnovy choroby zejména v oblasti ileokolické. Je možné je podávat dlouhodobě, a to i po navození remise jako udržovací léčbu. Indikují se i po ileokolické resekci (Lukáš et al., 2017).

### **6.10.2 Kortikosteroidy**

Jsou indikovány v aktivním stadiu nemoci, při protrahovaném průběhu, při rozsáhlém postižení tenkého střeva a u anorektálního postižení. Léčba kortikosteroidy by neměla

přesáhnout 12 týdnů kvůli možné kortikodependenci a nežádoucím účinkům těchto léčiv (Lukáš et al., 2017).

### **6.10.3 Imunosupresiva**

Léčba kortikosteroidy je doplňována imunosupresivy (azathioprin). Indikují se při chronickém aktivním zánětu – obzvláště při vysokých dávkách kortikosteroidů, při chronicky probíhajícím zánětu rezistentním na léčbu kortikosteroidy, při anoperineálních postiženích, píštělích nebo při onemocnění v horním trávicím traktu. Azathioprin je užíván jak v udržovací léčbě, tak i jako monoterapie (Lukáš et al., 2017).

### **6.10.4 Biologická léčba**

Biologická léčba je založena na použití vysoce účinných látek biologické povahy, které jsou shodné nebo velice podobné látkám produkovaným v organismu. Oblast zánětu je charakteristická hyperaktivitou slizničních CD4+T lymfocytů, které tvoří zvýšené množství cytokinů. Jde především o TNF $\alpha$ , který prozánětlivě zasahuje a výrazně snižuje apoptózu CD4+T lymfocytů. Přípravky anti-TNF $\alpha$  jsou léky, které zasahují do zánětlivé kaskády a přerušují rozvíjející se autoimunitní zánět neutralizací cytokinů. Jsou velmi účinné. Tato léčba vede k slizničnímu hojení, k uzavření píštělí, k snížení nutnosti hospitalizace, a hlavně k indukci a udržení remise. Léčba přípravky anti-TNF $\alpha$  se používá i jako léčba udržovací a nemá se vysazovat, ani když je pacient asymptomatický (Lukáš et al., 2017).

Čím dříve biologická léčba začne, tím účinněji lze jejím podáváním nemoc ovlivnit. Biologickou léčbou lze zabránit zhoršování nemoci, hospitalizaci, komplikacím, nutnosti chirurgického zákroku, zvyšování dávek kortikosteroidů a tím jejich vedlejších účinků a lze jí dosáhnout kompletního slizničního zhojení (Lukáš et al., 2017).

## **6.11 Nabírání svalové hmoty v období remise**

Budování svalové hmoty u pacientů s Crohnovou chorobou je závislé na současném zdravotním stavu – zda se pacient nachází v akutní fázi nemoci, nebo v remisi.

### **6.11.1 Katabolismus svalů v období relapsu**

V akutní fázi Crohnovy choroby pacienti v důsledku chronického zánětlivého onemocnění nemohou svalovou hmotu budovat, protože organismus je vlivem zánětu v katabolismu a má zvýšenou potřebu bílkovin ze svalové tkáně. Pacient má nejen zvýšenou potřebu bílkovinou, ale i energetickou. V důsledku průjmů, nechutenství, bolesti břicha a dalších obtíží je příjem bílkovin i energie většinou nedostatečný a organismus nejen není schopen svalovou hmotu vytvářet, ale v důsledku katabolismu o ni přichází. Čím více svalové hmoty nemocný na začátku relapsu má, tím více mu jí zůstane a tím snáze bude období relapsu nebo jiné nemoci fyzicky zvládat (Vokurka, 2018).

### **6.11.2 Období remise**

Naopak období remise je u Crohnovy nemoci klidovým stádiem. Pacienti jsou stabilizováni a jsou na udržovací léčbě. Sliznice je v pokročilejší fázi zhojení, přijímané bílkoviny organismus tráví a vstřebává a při dostatečném energetickém příjmu a dostatečném silovém tréninku je možné svalovou hmotu získat.

### **6.11.3 Složení těla u pacientů s Crohnovou chorobou**

Většina pacientů v akutní fázi Crohnovy choroby zhubne o mnoho kilogramů – nemocní přicházejí o svalovou hmotu a tukovou tkáň. Projevuje se to únavou a slabostí, pacienti trpí zimomřivostí. V remisi však mohou svalovou hmotu opět začít získávat.

Mezi rokem 2005 a 2013 bylo zkoumáno 138 případů pacientů s Crohnovou chorobou, kteří byli v těžké malnutrici a podstoupili resekci střeva po předoperační léčbě (sestavující z nutriční podpory, drenáže abscesu, intravenózních antibiotik, snižování dávky steroidů a vysazení infliximabu). Byla zkoumána pooperační morbidita. Výsledkem bylo, že pouze předoperační SMP (skeletal muscle percentage) se ukázal jako významně protektivní faktor pro velké komplikace (Zhang et al., 2015).

Lee, Yoon, Oh, Lee, Choi, Shin, Park, Kim, Lee & Kim (2020) uvádějí, že se svým týmem provedli retrospektivní revizi zdravotnické dokumentace pacientů, u kterých byla diagnostikována Crohnova choroba a kteří podstoupili počítačovou tomografii do 3 měsíců od stanovení diagnózy. Přibližně 50 % pacientů mělo sarkopenii.

V systematickém přehledu hodnocení tělesného složení pomocí zobrazovacích metod u pacientů s Crohnovou chorobou bylo vyhledáno 39 publikací zahrnujících 4219 pacientů s Crohnovou chorobou. Do přehledu byly zahrnuty zobrazovací metody pro hodnocení složení těla: DXA, CT, MRI. Ze studie vyplynulo, že pacienti s Crohnovou chorobou mají obvykle více viscerální tukové tkáně a méně kosterní svalové hmoty a prevalence sarkopenie a viscerální obezity se v různých studiích lišila: sarkopenie 16–100 %, viscerální obezita 5,3–30,5 %. Dostupné studie naznačují, že změny tělesného složení pacientů s Crohnovou chorobou významně souvisejí se zánětlivým stavem, chováním nemoci, špatnými výsledky a účinností léků, a proto by tělesné složení mohlo být jako potencionální terapeutický cíl, který pomůže optimalizovat strategie léčby onemocnění v klinické praxi (Tang et al., 2023).

Ze studie (Galata, 2020) zkoumající SMI (index svalové hmoty) a pooperační komplikace vyplývá, že SMI byl významným rizikovým faktorem pro výskyt závažných pooperačních komplikací.

### **6.11.4 Sarkopenie u pacientů s Crohnovou chorobou**

Crohnova choroba jako chronické zánětlivé onemocnění postihující trávicí trakt je významně spojena s metabolickými poruchami a nutričními nedostatky, které zvyšují riziko sarkopenie. Sarkopenie je definována jako komplexní syndrom charakterizovaný

progresivním, generalizovaným úbytkem svalové hmoty a síly. Jeho závažnost se liší v závislosti na snížení svalové funkce. Sarkopenie je spojena s několika negativními následky: zvýšenou mortalitou související s věkem, zhoršením kvality života nebo zhoršením pooperačních výsledků IBD. Pro posouzení sarkopenie je zásadní měření síly a následně svalové hmoty. Někdy se jako druh sarkopenie uvádí myopenie, používá se k označení přítomnosti klinicky relevantního ochabování svalů v důsledku jakéhokoli onemocnění a v jakémkoli věku (Fatani et al., 2023).

Zásadní je u sarkopenie včasné posouzení (Fatani et al., 2023). Fatani, Olaru, Stevenson, Alharazi, Jafer, Atherton, Brook, & Moran (2023) ve své systematické review si kladli za cíl stanovit prevalenci sarkopenie mezi IBD a prozkoumat dopad sarkopenie na pacienty s IBD a zjistit, do jaké míry léčbu sarkopenie u IBD zlepšují nutriční intervence. Došli k výsledkům, že prevalence myopenie dosahuje přes 40 % ze 4060 pacientů s IBD a prevalence presarkopenie přes 30 % ze 484 pacientů s IBD. U pacientů s IBD během předoperačního hodnocení byla nízká svalová hmota hlášena u více než 40 % pacientů s IBD. Z výsledků vyplynulo, že prevalence presarkopenie a myopenie je u pacientů s Crohnovou chorobou vyšší než u pacientů s ulcerózní colitidou (35 % a 45 % vs. 32 % a 43 %). To však neplatí pro prevalenci sarkopenie, kde u ulcerózní colitidy vyplynulo 14 % a u Crohnovy choroby 12 %; takto jednotlivě to však bylo hodnoceno pouze v jedné studii. Ze systematického přehledu vyplynulo, že prevalence sarkopenie u pacientů s IBD je kolem 1/5. Nízká svalová hmota byla měřena DXA, MRI a CT a také méně přesnou BIA. Výsledky se velmi lišily. Nicméně bylo na základě retrospektivních studií vyhodnoceno, že pacienti s IBD mají méně svalové hmoty v akutní fázi onemocnění než v období remise. Výsledky dále ukázaly, že myopenie je významně spojena s rizikem selhání terapie IBD a má souvislost s rizikem pooperačních komplikací IBD. Dietní intervence zahrnující přijímání výživy s vysokou energetickou hodnotou, vysokým obsahem bílkovin, vysokým obsahem tuků, vysokým obsahem sacharidů a vysokým obsahem železa jsou pozitivně spojeny se zlepšením stavu svalové hmoty. Hlavním doporučením pro zvládnutí nutriční terapie u pacientů s IBD v akutní fázi onemocnění je personalizovaný nutriční plán se zohledněním aktivity onemocnění a fenotypu a příjem bílkovin 1,2–1,5 g na kilogram tělesné hmotnosti.

### **6.11.5 Cvičení u pacientů s Crohnovou chorobou**

Lidé s diagnózou Crohnovy nemoci jsou osoby různého věku a zdravotního stavu. Doporučení pohybové aktivity se odvíjejí především od zdravotního stavu. Možné bolesti kloubů, únava, břišní diskomfort, přítomnost stomie, častý průjem a další symptomy nemoci, jak již byly uvedeny v kapitole 6.7., ztěžují pacientům s Crohnovou chorobou plnohodnotný pohyb. Nicméně v období remise, kdy je střevo ve fázi hojení a pacienti jsou na udržovací léčbě, mohou dle svých možností cvičit a někteří zcela plnohodnotně.

### **6.11.5.1 Pohybová aktivit**

Pro pacienty s Crohnovou chorobou je vhodné posilovat s menším (jedno až dvoukilogramovým závažím), cvičit s pomůckami způsobujícími odpor (např. odporová guma) nebo se věnovat cvičení s vahou vlastního těla.

### **6.11.5.2 Prevence osteoporózy**

Pacienti s Crohnovou chorobou mají zvýšené riziko osteoporózy a osteoporotických zlomenin. Mezi faktory přispívajícími u nich ke ztrátě kostní hmoty patří chronický zánět, snížená absorpce vitamínů a minerálů, onemocnění střeva nebo resekce, užívání kortikosteroidů, vyšší věk, fyzická nečinnost, kouření a nedostatky ve výživě. Minerální hustota kostí (BMD) je jedním z nejdůležitějších determinantů osteoporózy. Fyzická aktivita a cvičení jsou důležitou součástí prevence osteoporózy. Nárazová zátěž způsobená gravitací a svalovou silou během cvičení způsobují napětí v axiálním skeletu, působí osteogenně a stimuluje tvorbu kosti (Jones et al., 2020).

Jones, Baker, Speight, Thompson, Tew (2020) ve své studii se 47 dospělými se stabilní Crohnovou chorobou uvádějí, že účastníci studie byli rozděleni do dvou skupin – jedna s intervencí a druhá kontrolní. Byli podrobeni cvičebnímu režimu po dobu 6 měsíců 3krát týdně. Hodnotilo se, jaký má kombinovaný trénink s nárazy vliv na BMD a svalovou funkci u dospělých. Po 6 měsících byly výsledky BMD u cvičící skupiny lepší než u kontrolní skupinky se statistickou významností v oblasti bederní páteře, ale ne na krčku stehenní kosti. Výsledky svalové funkce byly ve cvičící skupině po 6 měsících také lepší. Konkrétně síla úchopu byla průměrně o 8,3 kg vyšší.

### **6.11.5.3 Studie týkající se vhodnosti pohybové aktivity u pacientů s CD**

Pacienti s Crohnovou chorobou často pociťují únavu a mají sníženou svalovou sílu a hustotu kostních minerálů. Seegera, Thieringer, Esters, Allmendinger, Stein, Schulze, Dignass (2020) se ve své studii zaměřili na pacienty s Crohnovou chorobou, kteří jsou ve stadiu klidového nebo mírně aktivního stádia nemoci. Tato studie zkoumala, zda mohou tito pacienti vykonávat středně silný vytrvalostní a silový trénink, aniž by došlo ke vzplanutí nemoci, a jaký cvičební program by byl nejschůdnější. Studie probíhala od ledna 2018 do ledna 2020 ve Frankfurtu nad Mohanem. Pacienti byli ve věku od 18 do 65 let. Účastníci svalové cvičební skupiny měli cvičit 3krát týdně 30–40 minut po dobu 12 týdnů. Cviky byly prováděny jen se zátěží vlastního těla a měly přesně daný plán. Účastníci středně silného vytrvalostního tréninku měli trénovat 3krát týdně 30 minut po dobu 12 týdnů. Účastníci si mohli vybrat preferovanou formu cvičení – běh, jízda na kole, chůze. Byli instruováni, při jaké tepové frekvenci mají pohybovou činnost vykonávat.

Měřena byla síla dolních končetin a síla stisku ruky. Bylo prokázáno, že měření síly stisku ruky je u pacientů s Crohnovou chorobou účinným parametrem pro predikci funkčního nutričního stavu a svalového zdraví. V každé skupině bylo 12–13 účastníků. Při zařazení a po 3 měsících byly shromážděny antropologické údaje a kompletní krevní obraz,



laboratorní parametry týkající se stavu ledvin, jater, slinivky břišní, železa, cholesterolu, triglyceridů, kalprotektinu a parametry zánětu. Třetí skupinu tvořila kontrolní skupina. U žádného analyzovaného pacienta nedošlo k relapsu nebo výraznému zhoršení aktivity nemoci. V dominantní ruce vzrostla maximální a průměrná síla jak ve skupině vytrvalostní, tak ve skupině posilovací. Ve skupině kontrolní se síla významně snížila. Maximální a průměrná síla v quadricepsech nedominantní nohy vzrostla ve vytrvalostní i svalové skupině. V kontrolní skupině nedošlo k žádné významné změně. V žádné ze 3 skupin nedošlo k významným změnám v parametrech zánětu a antropometrických datech. Ze studie vyplývá, že středně vytrvalostní i středně silový trénink je pro pacienty s klidovým nebo mírně aktivním stadiem Crohnovy choroby bezpečný (Seeger et al., 2020).

V rámci snahy přispět ke zjištění, zda je určitá pohybová aktivita pro pacienty Crohnovy choroby vyhovující, či nevhovující, proběhla studie (Tornero-Aguilera et al., 2022), kdy se dva lidé účastnili ultravytrvalostního závodu. Jeden účastník byl zdravý, druhý měl diagnostikovanou Crohnovu chorobu. Byl předpoklad, že u ultravytrvalostních závodů byl zaznamenán častý výskyt gastrointestinálních obtíží, což vyvolalo obavy ohledně dopadu dlouhodobého namáhavého výkonu na zdraví trávicího traktu. Závod byl 44 km dlouhý a trval 8 h a 8 min. Byly analyzovány následující parametry: tělesné složení, hodnocení vnímané námahy, bolest nohou, glykémie, saturace krve kyslíkem, srdeční frekvence, teplota, kolorimetrie moči, nitráty v moči, bílkoviny, glukóza a pH, síla rukou, síla nohou a síla dýchacích svalů. Vše před závodem a po něm v odlišnou denní dobu. Závěr této studie konstatuje, že pacient s Crohnovou chorobou vykazoval při ultravytrvalostním závodě podobnou psychofyziologickou odezvu jako účastník bez Crohnovy choroby, s výjimkou vyšší sympatické modulace před závodem i po něm, nižšího sympatického tonu při závodě a nižší tělesné teploty při závodě. Výpovědní hodnotu této studie však snižuje fakt, že se jí účastnily jen dvě osoby.

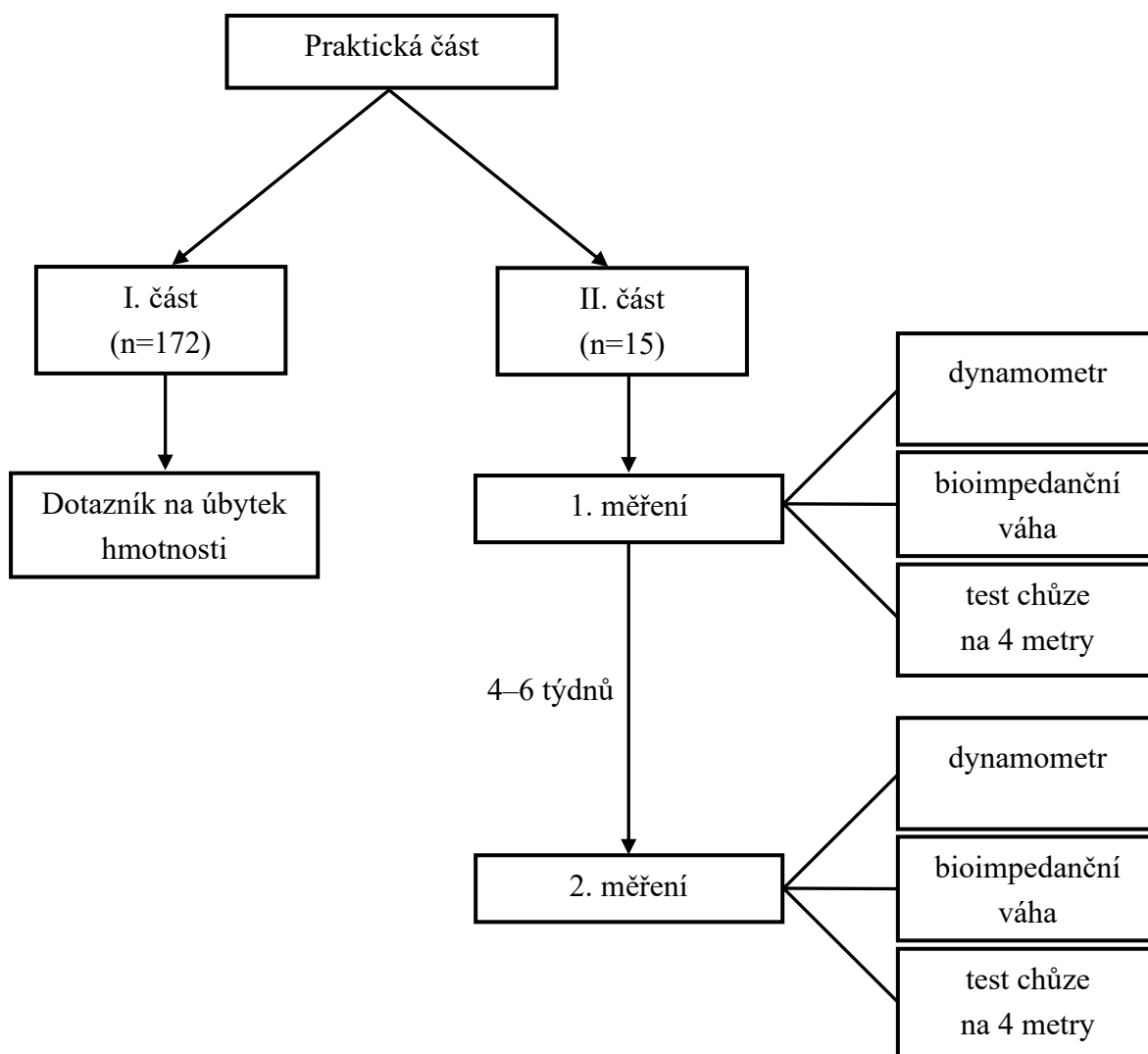
## Praktická část

### 7 Cíl, hypotézy a metodologie výzkumného šetření

#### 7.1 Cíle praktické části diplomové práce

Primárním cílem praktické části diplomové práce bylo u pacientů s Crohnovou chorobou zjistit ztráty hmotnosti během akutní fáze nemoci a pomocí doporučené intervence zjistit nárůst svalové hmoty, sílu stisku ruky a zrychlení chůze u pacientů v remisi.

Praktická část diplomové práce má dvě části (I a II) – viz následující schéma:



## **7.2 Praktická část I**

### **7.2.1 Cíl**

Cílem praktické části I bylo zjistit, kolik kilogramů obvykle ztrácí pacienti s Crohnovou chorobou během akutní fáze nemoci a porovnat to s úbytkem hmotnosti u pacientů s ulcerózní kolitidou.

### **7.2.2 Výzkumná otázka a hypotézy**

Výzkumná otázka: Kolik kilogramů průměrně pacienti s Crohnovou chorobou ztratí během akutní části nemoci?

H<sub>10</sub>: Není statisticky významný rozdíl ve ztrátě hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou.

H<sub>1A</sub>: Existuje statisticky významný rozdíl ve ztrátě hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou.

### **7.2.3 Metodologie**

#### **7.2.3.1 Zařazení výzkumného šetření**

Výzkumné šetření je charakterizováno jako klinické výzkumné šetření, které využívá kvantitativní metodu. Použit byl nestandardizovaný anonymní dotazník (příloha č. 1). Vyplněním dotazníku respondenti souhlasili se zpracováním osobních údajů pro účely této diplomové práce.

#### **7.2.3.2 Zpracování dat**

Data byla zpracována formou grafů a tabulek s komentářem. Pro statistické zpracování byl použit univerzální statistický program IBM SPSS Statistics.

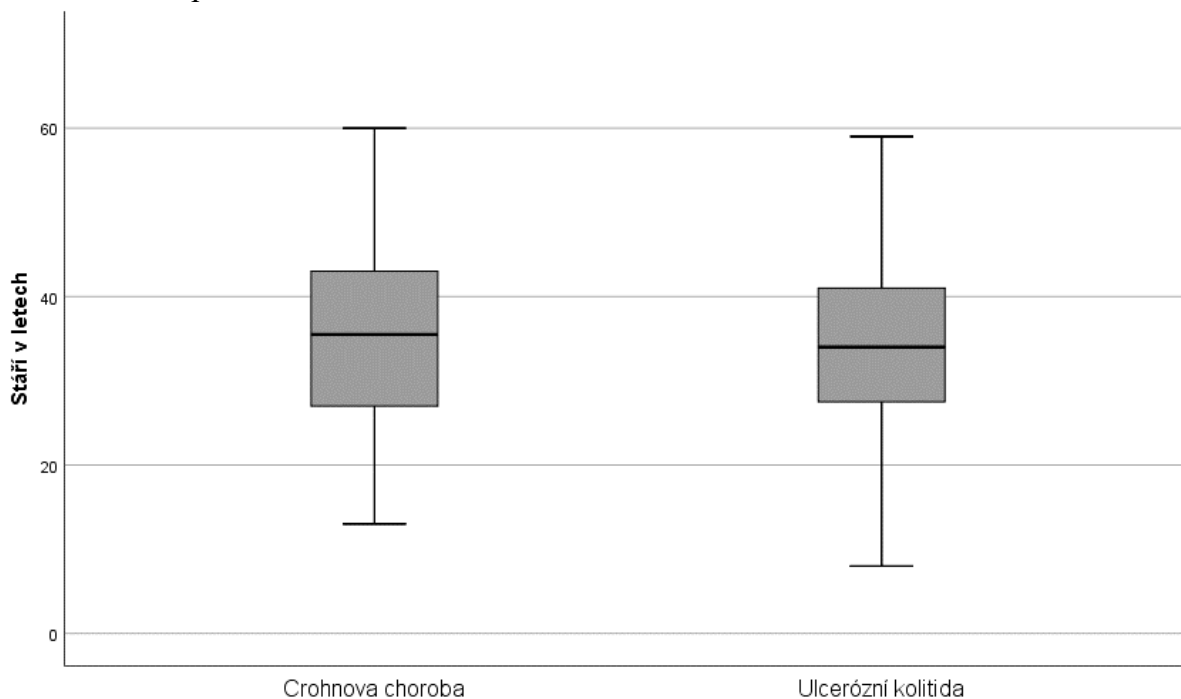
#### **7.2.3.3 Charakteristika dotazníku a respondentů**

Dotazník byl dán k dispozici k vyplnění prostřednictvím webových stránek na sociální síti Facebook do skupin shromažďujících pacienty s Crohnovou chorobou. Obsahuje 9 otázek. Dotazník vyplnilo 100 lidí s diagnózou Crohnovy choroby a 72 lidí s diagnózou ulcerózní kolitidy. Svého gastroenterologa má nejvíce z nich v Praze, Brně a Ostravě, ale dále i v Českých Budějovicích, Hradci Králové, Zlíně, Ústí nad Labem, Plzni, Olomouci, Jihlavě, Bratislavě, Znojmě, Turnově, Trenčíně, Tanvaldu, Táboře, Sokolově, Karlových Varech, Chebu, Náchodě, Michalovci, Frýdku-Místku, Děčíně, Říčanech a Novém Městě na Moravě.

#### **7.2.3.4 Pohlaví a věk respondentů**

Respondentů s Crohnovou chorobou (n=100) bylo 89 % žen a 11 % mužů, průměrný věk byl 35,4 let a medián 35 let. Respondentů s ulcerózní kolitidou (n=72) bylo 86 % žen a 14 % mužů, průměrný věk 34,1 let a medián 34 let.

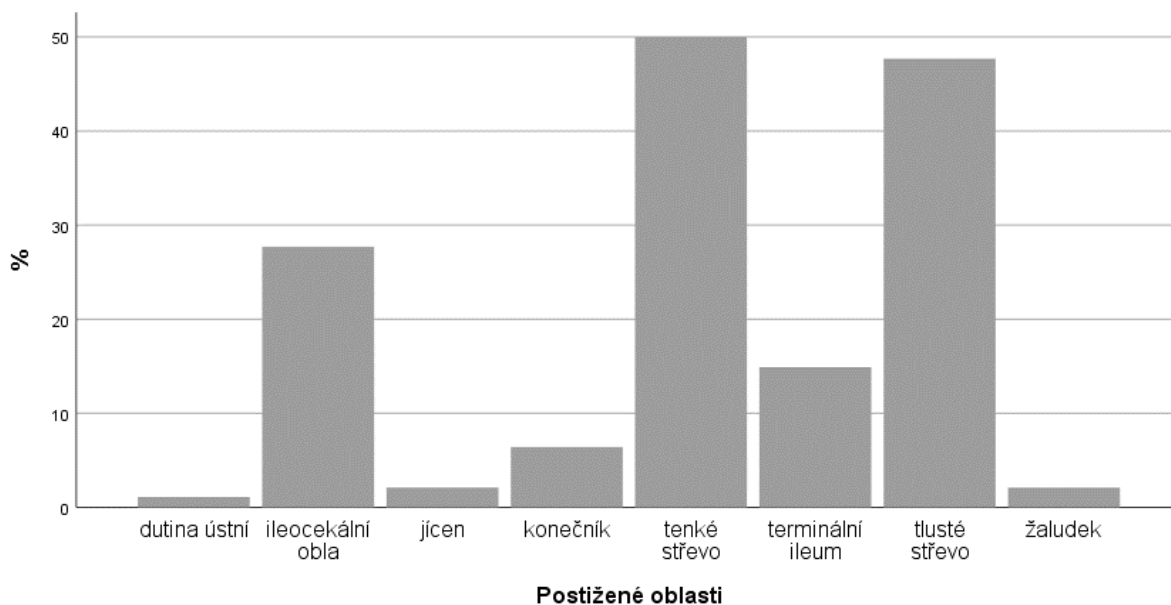
**Graf č. 1.** Věk pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou



#### **7.2.3.5 Postižená oblast zažívacího traktu**

Jedna z otázek v dotazníku zněla, zda respondenti vědí, jakou oblast trávicího traktu mají nemocí zasaženou. 1 % respondentů (1 osoba) nevědělo, jakou oblast má zasaženou, 5 % (5 osob) vědělo, ale nesdělilo konkrétně, o kterou oblast jde. 94 % (94 osob) respondentů sdělilo, jakou oblast má zasaženou. Z těchto respondentů má zasaženou jednu část trávicího traktu 55 % respondentů (52 lidí) a 2 a více oblastí má zasaženo 45 % respondentů (42 lidí). Níže uvedený graf uvádí, kolik procent z 94 respondentů má zasaženou jakou oblast.

**Graf č. 2.** Postižená oblast trávicího traktu



Tenké střevo má zasaženo 50 % respondentů, tlusté střevo 47,7 %, ileocekální oblast 27,7 %, 14,9 % má zasaženo terminální ileum, konečník 6,4 %, žaludek 2,1 %, jícen 2,1 % a dutinu ústní 1,1 %.

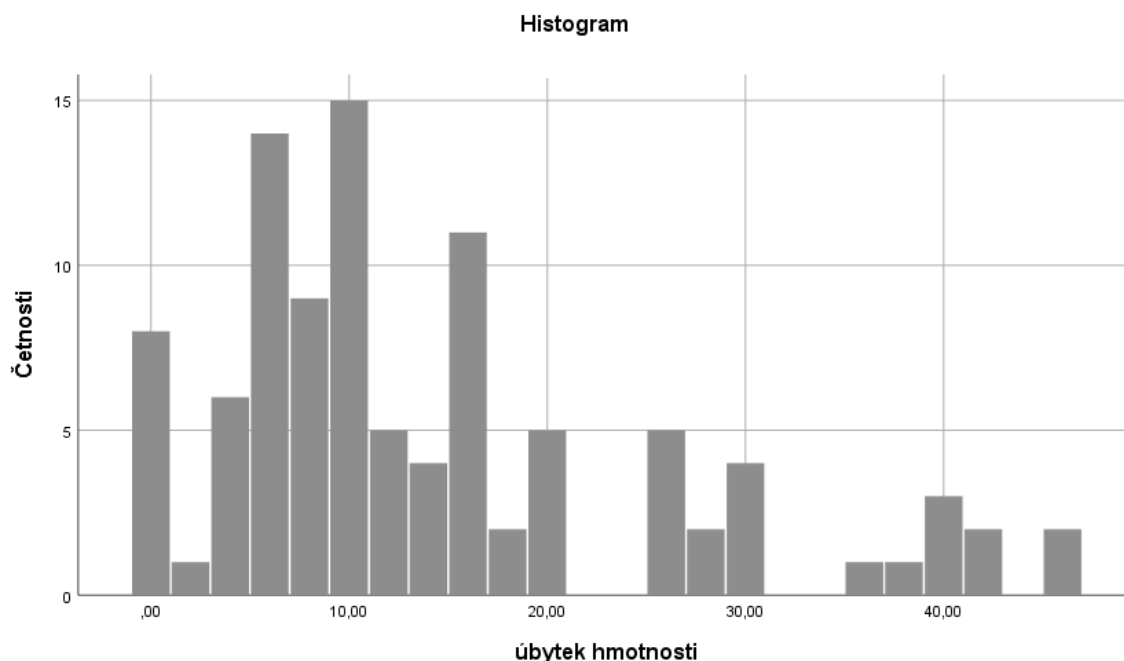
#### **7.2.4 Výsledky a statistické zpracování**

Z výsledků popisných statistik lze vidět, že v průměru pacienti během akutní fáze nemoci ztratili 14,04 kg, medián má hodnotu 10 kg. Hodnota směrodatné odchylky vyšla 11,34 kg, což svědčí o vysoké variabilitě ztracené hmotnosti. Minimální hodnota vyšla 0 kg a maximální 45 kg.

95 % interval spolehlivosti (IS) pro průměrnou hodnotu ztracené hmotnosti během akutní část nemoci vyšel od 11,79 kg do 16,29 kg.

Na následujícím grafu (č. 3) je vidět úbytek hmotnosti, variabilita a sešikmení dat.

**Graf č. 3.** Histogram úbytku hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou



Přesné hodnoty jsou vidět v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 4.** Úbytek hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou

Úbytek hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou		
Průměr		14,04
95 % IS pro průměr	Dolní hranice	11,79
	Horní hranice	16,29
Medián		10,00
Směr. Odchylka		11,34
Minimum		0
Maximum		45,00
Rozpětí		45,00
Mezikvartilové rozpětí		13,50
Šikmost		1,17
Špičatost		0,70

Hypotéza byla vyhodnocena pomocí testu pro 2 nezávislé výběry. Z důvodu zešikmení dat týkajících se ztráty hmotnosti během akutní části Crohnovy choroby byl k vyhodnocení použit neparametrický test pro 2 nezávislé výběry (Mann-Whitneyho test).

Z výsledků základních statistik lze vidět, že průměrná hodnota je u pacientů s Crohnovou chorobou vyšší než u pacientů s ulcerózní kolitidou. Hodnoty mediánů jsou u obou nemocí shodné, a to 10 kg.

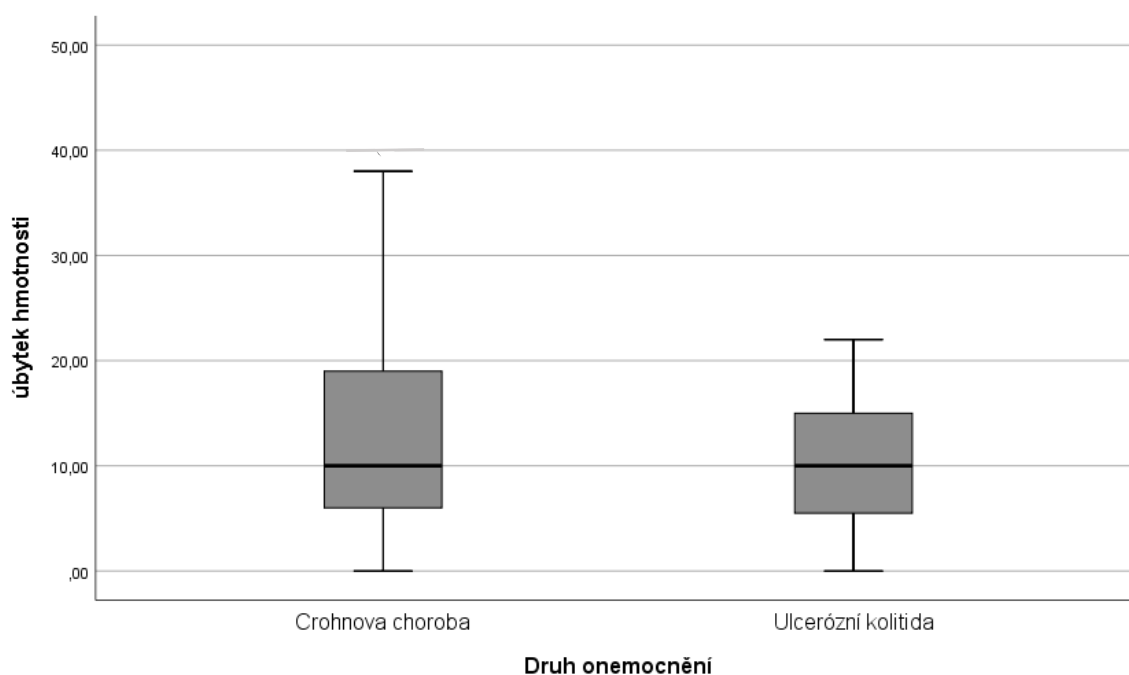
**Tabulka č. 5.** Úbytek hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou

Úbytek hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou				
	n	Průměr	Směr. odchylka	Medián
Crohnova choroba	100	14,04	11,34	10,0
Ulcerózní kolitida	72	10,36	6,01	10,0

Dle Mann-Whitneyho testu s hodnotou 3166,5 a p-hodnotou 0,177 nulovou hypotézu na 5 % hladině významnosti nezamítáme. Nepodařilo se prokázat statisticky významný rozdíl ve ztrátě hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou.

Výsledky úbytku hmotnosti u obou nemocí je možné vidět v grafu níže. V případě Crohnovy choroby lze pozorovat několik odlehklých pozorování s extrémně vysokými hodnotami úbytku váhy. Hodnoty mediánů jsou shodné, mezikvartilové a variační rozpětí je širší u Crohnovy choroby, což značí vyšší míru variability.

**Graf č. 4.** Úbytek hmotnosti u Crohnovy choroby a ulcerózní kolitidy



### 7.3 Praktická část II

Cílem praktické části II bylo ověřit, jaký vliv má edukace příjmu bílkovin a doporučení frekvence a druhu cvičení na nárůst svalové hmoty, zvýšení svalové síly a rychlost chůze.

### 7.4 Metodologie

#### 7.4.1 Design studie

Byla použita explantační empirická metoda za využití měření. Jde o výzkum kvantitativní. Použit byl nestandardizovaný anonymizovaný dotazník (příloha č. 2). Dotazník byl

účastníkem studie podepsán přezdívkou, pod kterou byly shromažďovány i další výsledky daného účastníka studie. Přezdívky byly dále nahrazeny číslem.

#### **7.4.2 Podmínky účasti ve studii**

Vstupní kritéria byla: věk vyšší 18 let, diagnóza Crohnova choroba, a to v období remise. Vylučujícími kritérii bylo těhotenství, kardiostimulátor, významné komorbidity a zdravotní stav znemožňující pohybové aktivity.

#### **7.4.3 Průběh studie**

Průběh studie byl veden chronologicky. Každý účastník studie se účastnil 2 měření. Sedm dní před prvním měřením si každý účastník studie zaznamenával do formuláře (příloha č. 3) množství zkonsumovaných bílkovin a frekvenci aerobního a silového cvičení. Těchto sedm dní nemuselo být bezprostředně sedm po sobě jdoucích před prvním měřením. Záznam tohoto jednoho týdne měl odrážet průměrný týden v předchozích třech měsících.

Na první měření účastníci studie donesli vyplněný formulář. Byli zváženi na bioimpedanční váze, byla změřena síla stisku ruky a proveden test rychlosti chůze na 4 metry. Účastník studie byl edukován o množství bílkovin, které by měl denně konzumovat, dostal edukační materiál (příloha č. 4 a 5) a byla mu doporučena frekvence aerobní aktivity a silového cvičení. Účastníkům studie byla doporučována konzumace 1,4–1,6 g bílkovin na kilogram, aerobní cvičení 3x týdně alespoň 30 minut a silové cvičení 30 minut týdně s libovolným rozložením do jednotlivých dnů. Účastníci studie dostali 4 formuláře (stejně jako před prvním měřením) dohromady na 28 dní, aby zaznamenávali konzumaci bílkovin a frekvenci aerobního a silového cvičení. Každý účastník studie dostal cvičební pomůcku. Účastníkům studie byl poslán odkaz na elektronický dotazník (příloha č. 2), na nějž v průběhu studie odpovídali.

Po 4–6 týdnech proběhlo 2. měření, na kterém byli účastníci studie opět zváženi na bioimpedanční váze, byla změřena síla stisku ruky a proveden test chůze na 4 metry. Účastníci měli odevzdat vyplněné formuláře.

##### **7.4.3.1 Zpracovávání záznamů od účastníků studie**

Účastníci studie vyplňovali příjem bílkovin do formuláře (příloha č. 3). Tento formulář obsahuje seznam zdrojů plnohodnotných bílkovin a některé rostlinné zdroje bílkovin, jejichž konzumací strážník přijme větší množství bílkovin než z jiných zdrojů. Dotazník nezahrnuje zdroje bílkovin v pečivu a dalších potravinách. Po sečtení zkonsumovaných bílkovin byl plošně násoben počet přijatých bílkovin koeficientem 0,2, aby se takto ve výsledku nahradily nezaznamenané bílkoviny z neuváděných potravin. I když byla možnost dopisovat další zdroje bílkovin, neplatilo toto doporučení pro pečivo, přílohy, zeleninu a další zdroje bohaté spíše na sacharidy než na bílkoviny.



Jeden z účastníků neodevzdal záznamy z prvního týdne před 1. měřením. Po prvním měření, kdy měli účastníci studie vyplnit celkem 4 formuláře s konzumací bílkovin a cvičících aktivit, jeden účastník studie odevzdal pouze 2 a půl zaznamenaného týdne, jeden účastník odevzdal pouze 1 zaznamenaný týden a 1 účastník formuláře neodevzdal a jen v e-mailové korespondenci sdělil, kolik průměrně bílkovin konzumoval (zaznamenával do aplikace Kalorické tabulky) a jak často a jak dlouho cvičil. Byl udělán průměr konzumace a cvičení za jeden týden z odevzdaných dnů. U jednoho účastníka studie je podezření, že záznamy byly dopsány zpětně tak, že se neshodovaly s realitou.

#### **7.4.3.2 Měření**

U každého účastníka studie proběhlo měření dvakrát. Byla snaha, aby účastníci studie byli měřeni po 4–6 týdnech (28–42 dnech). Nicméně 2 účastníci byli měřeni po 45 dnech, jeden po 46 dnech, jeden účastník po 105 dnech a jeden dokonce po 175 dnech. Důvody překročení stanovené doby byly časová neslučitelnost měřeného a měřícího: dovolené, nemoc, hospitalizace, velké pracovní vytížení jednoho účastníka studie a velké vzdálenosti (polovina měřených byla mimopražská: 2 účastníci z Ostravy, 1 účastník z Prostějova, 1 účastník ze Zlína, 2 účastníci z Brna a jeden účastník z Kamenice nad Lipou), které měřící nemohl vždy podstoupit z výše uvedených důvodů.

Pro co nejpřesnější měření na bioimpedanční váze byla snaha účastníky studie měřit ve stejnou denní dobu na 1. i na 2. měření, aby bylo zkreslení výsledků co nejmenší. U 2 účastníků se to nepodařilo v přesně stejný čas, nicméně měli zkonsumováno a byli hydratováni množstevně podobně jako při 1. měření.

U testu chůze bylo ze strany měřícího doporučení, aby účastník studie šel co nejrychleji, ale zároveň neběžel. Jeden účastník studie měl v době 2. měření zraněnou nohu, proto s ním test chůze nemohl být vykonán.

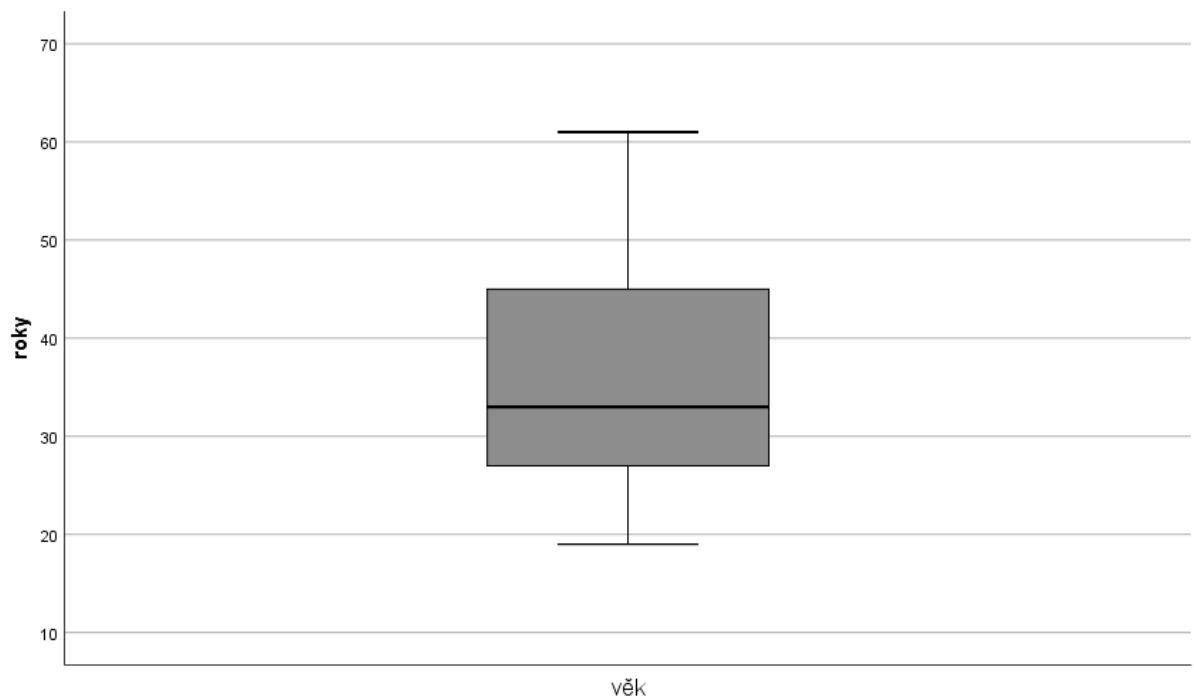
#### **7.4.4 Použité přístroje**

Na měření účastníků studie byla použita bioimpedanční váha Tanita BC-601 se segmentální analýzou a na měření síly stisku ruky Elektronisches Hand-Dynamometr Trailite zapůjčený ze Všeobecné fakultní nemocnice v Praze.

#### **7.4.5 Charakteristika skupiny**

Studie se zúčastnilo 15 lidí s diagnózou Crohnovy choroby, 10 žen (67 %) a 5 mužů (33 %) ve věku od 19 do 61 let. Průměrný věk mezi účastníky studie byl 36,6 let a medián 33 let. Věkové rozložení můžeme vidět na krabicovém grafu níže.

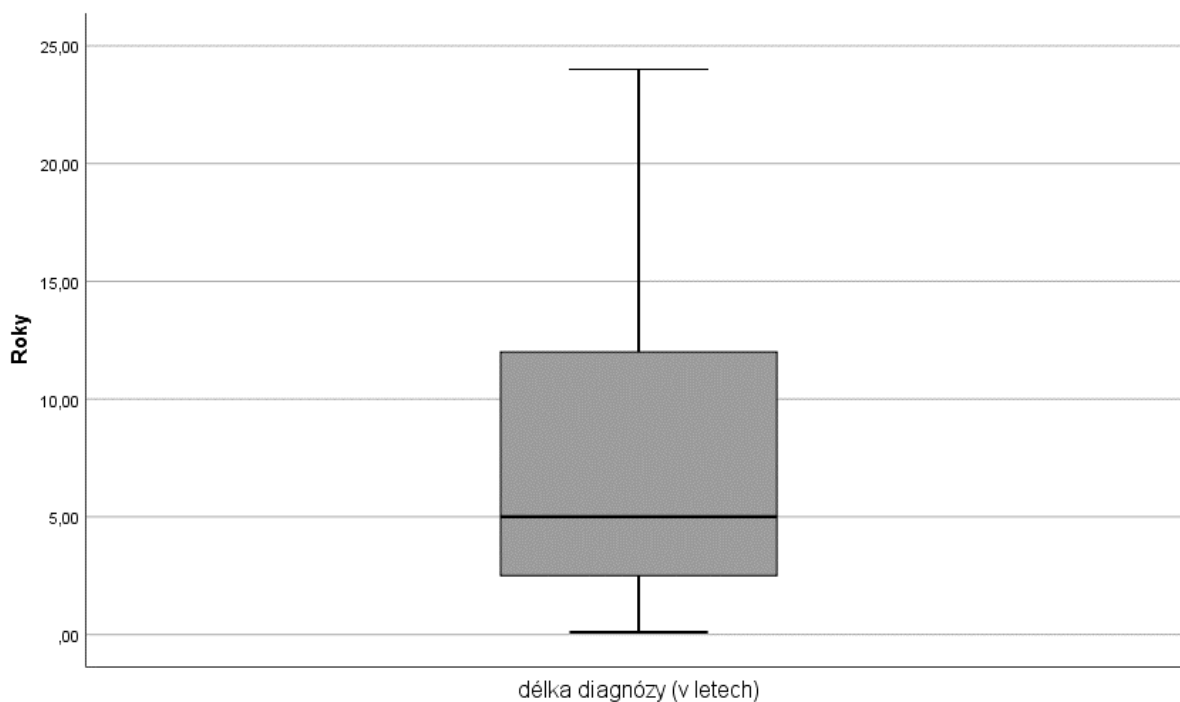
**Graf č. 5.** Věk účastníků studie



Všichni uvedli, že jsou v období remise. Účastníci studie jsou v léčbě na gastroenterologii napříč republikou: v Praze: v Iscare, v Thomayerově nemocnici, v IKEMu, v Nemocnici Milosrdných sester sv. Karla Boromejského v Praze; mimo Prahu: v EUC klinice Zlín, v IBD centru v Ostravě, v nemocnici Agel Prostějov, v Gastro Help v Brně a ve FN Bohunicích.

Diagnostikovanou Crohnovu chorobu mají účastníci studie průměrně 8,24 roku (medián je 5 let).

**Graf č. 6.** Délka diagnózy



#### **7.4.6 Hypotézy a výzkumné otázky**

Hypotézy byly vyhodnoceny pomocí párového t-testu, jelikož se jedná o srovnání výsledku v rámci dvou závislých výběrů (1. a 2. měření). Testování bylo provedeno na 5 % hladině významnosti. Před provedením analýzy byly ověřeny všechny nezbytné předpoklady, kterými je závislost výběrů (párová pozorování) a normální rozdělení diferencí (příloha č. 6).

Stanovené hypotézy:

H<sub>20</sub>: Množství svalové hmoty se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

H<sub>2A</sub>: Množství svalové hmoty se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšilo.

H<sub>30</sub>: Síla ve stisku ruky se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

H<sub>3A</sub>: Síla ve stisku ruky se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšila.

H<sub>40</sub>: Rychlost chůze na 4 metry se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

H<sub>4A</sub>: Rychlost chůze na 4 metry se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšila.

H<sub>50</sub>: Čas strávený aerobním cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

H<sub>5A</sub>: Čas strávený aerobním cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšil.

H<sub>60</sub>: Čas strávený silovým cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

H<sub>6A</sub>: Čas strávený silovým cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšil.

Výzkumné otázky:

Je nárůst svalové hmoty, síla stisku ruky a zvýšení rychlosti chůze ovlivněno příjmem bílkovin vliv?

Je nárůst svalové hmoty, síla stisku ruky a zvýšení rychlosti chůze ovlivněno silovým cvičením?

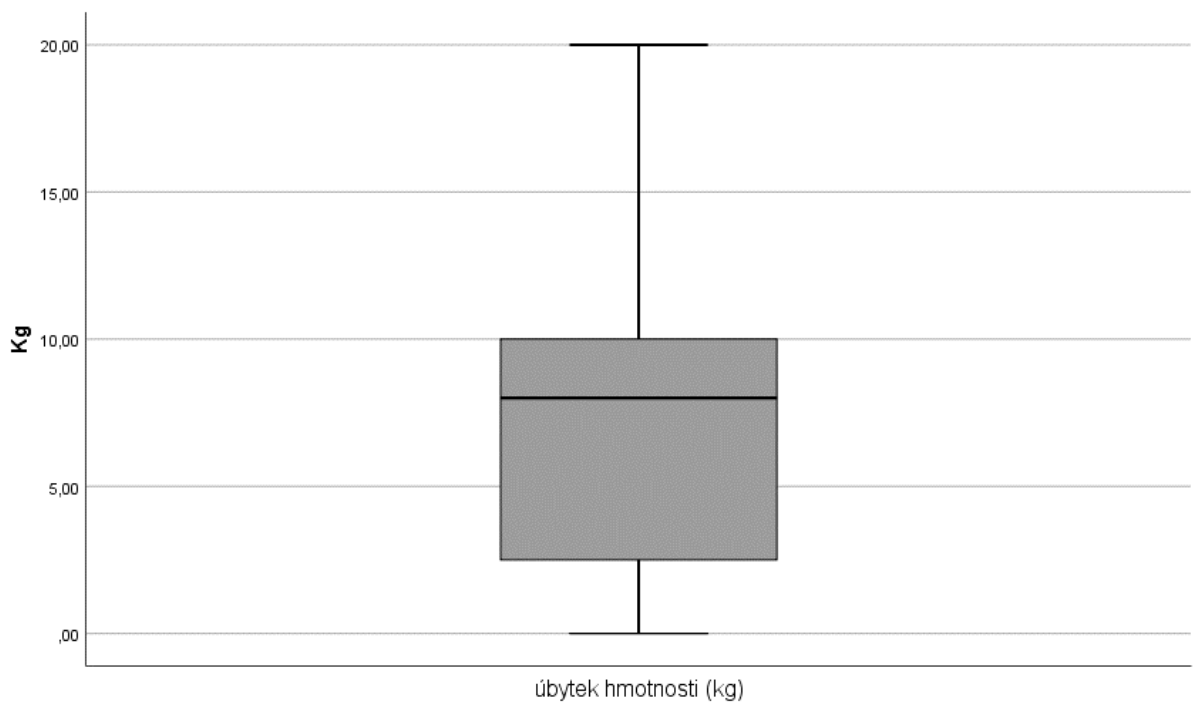
Je nárůst svalové hmoty, síla stisku ruky a zvýšení rychlosti chůze ovlivněno aerobním cvičením?

## 7.4.7 Výsledky dotazníku

### 7.4.7.1 Úbytek hmotnosti v období akutní fáze

Účastníci studie byli dotazováni formou dotazníku, kolik ztratili v akutní fázi nemoci kilogramů. Průměrný úbytek hmotnosti byl 8,07 a medián 8 kg.

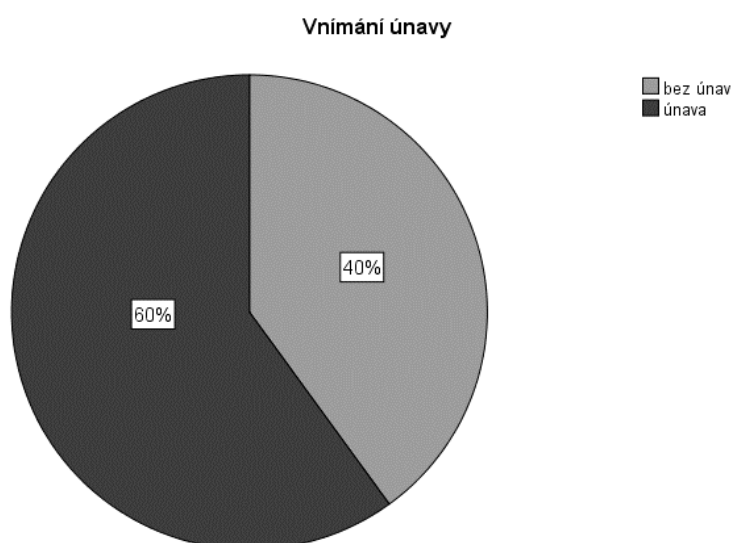
**Graf č. 7.** Úbytek hmotnosti



### 7.4.7.2 Pocit únavy

Na základě otázky, zda účastník studie vnímá zvýšenou únavu i při přiměřené délce spánku, odpovědělo 60 % (10) respondentů, že zvýšenou únavu vnímají a 40 % (5) uvedlo, že zvýšenou únavu nepocítují.

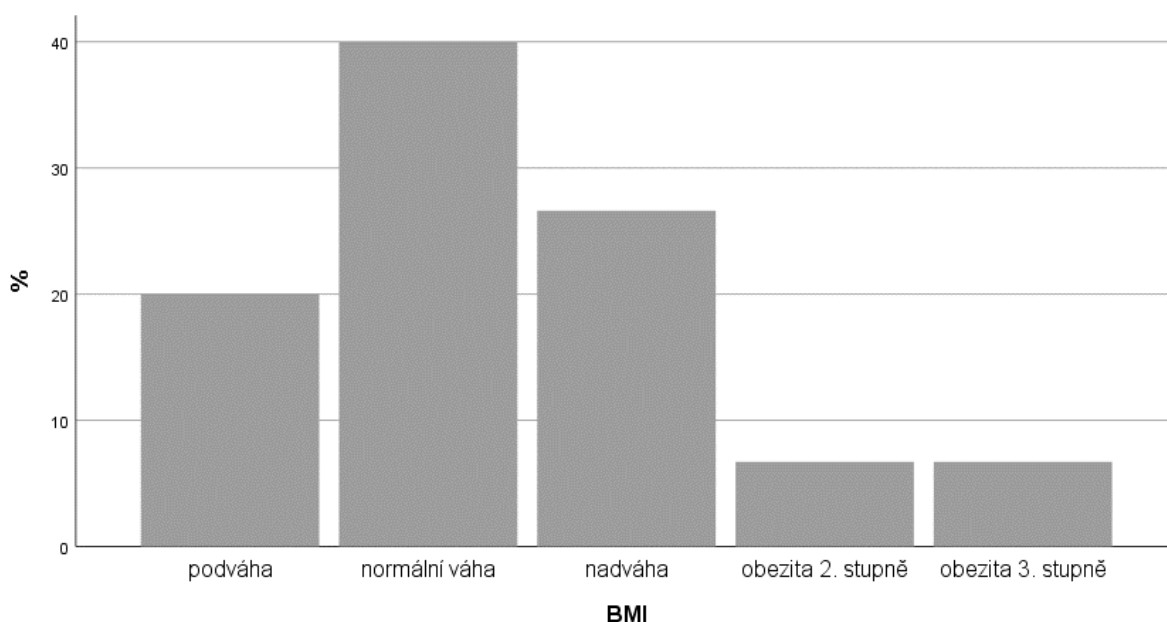
**Graf č. 8. Vnímání únavy**



#### 7.4.7.3 BMI

Na následujícím grafu je vidět, kolik procent ( $n = 15$ ) účastníků studie bylo v jaké kategorii BMI. Podváhu měli 3 účastníci studie (20 %), normální váhu 6 účastníků studie (40 %), nadváhu 4 (27 %), obezitu 2. stupně 1 účastník studie (7 %) a 1 účastník studie (7 %) obezitu 2. stupně.

**Graf č. 9. BMI**

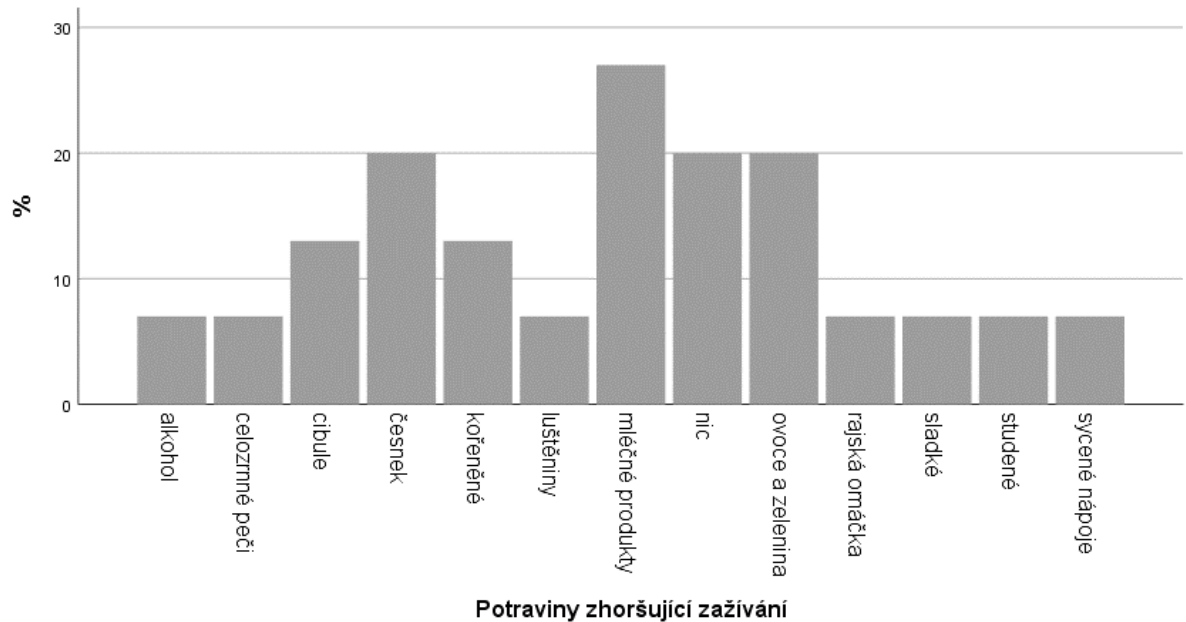


#### 7.4.7.4 Potraviny zhoršující zažívání

Následující graf zobrazuje potraviny, které účastníkům studie zhoršovaly zažívání, ačkoli dotčení byli v období remise. Graf znázorňuje, kolika procentům účastníků daná potravina

neprospívá. Nejhuře jsou snášeny mléčné výrobky, ovoce, zelenina a česnek. 20 % účastníků studie nevnímá zhoršení zdravotního stavu u žádné potraviny.

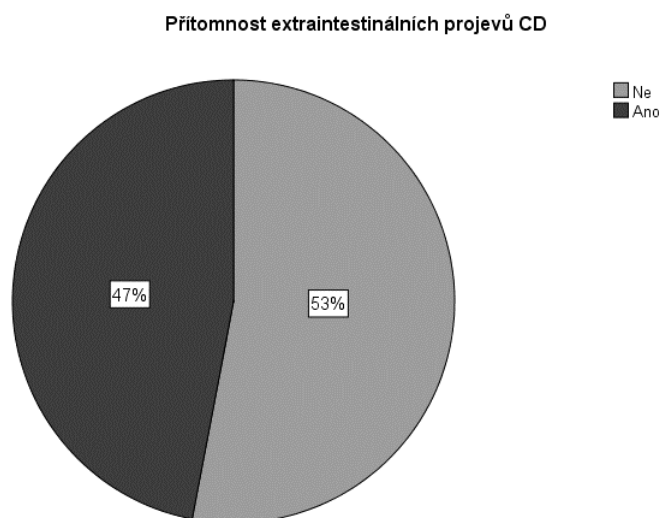
**Graf č. 10.** Potraviny zhoršující zažívání



#### 7.4.7.5 Výskyt extraintestinálních projevů (EIM)

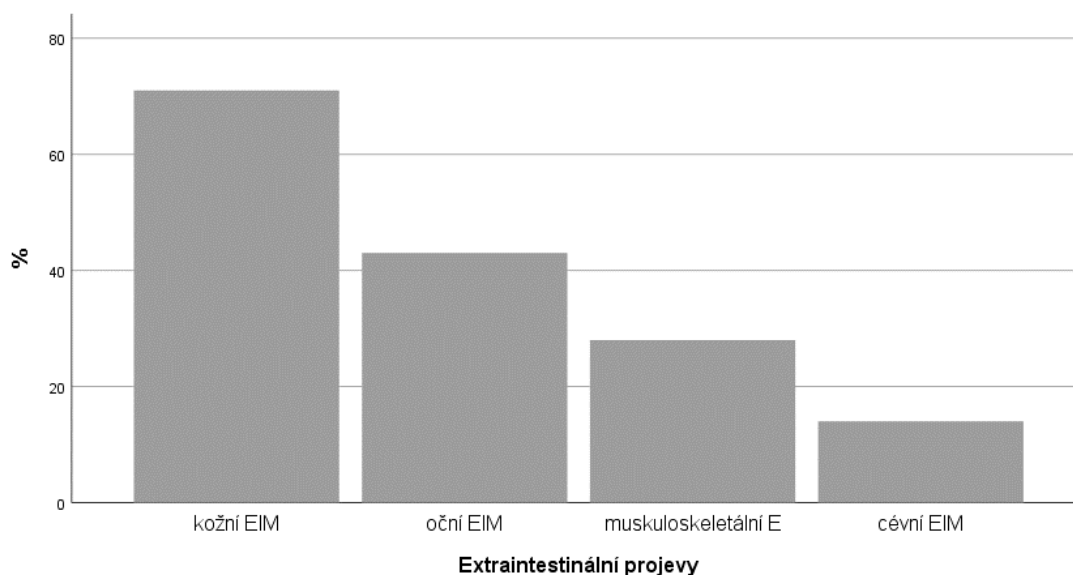
Účastníci studie byli v dotazníku dotázáni, zda měli nebo mají nějaké extraintestinální projevy Crohnovy choroby. 47 % uvedlo, že má nebo mělo alespoň jeden extraintestinální projev a 53 % respondentů uvedlo, že extraintestinální projevy neměli.

**Graf č. 11.** Přítomnost extraintestinálních projevů



Někteří jako extraintestinální projevy uváděli kazivost zubů, osteopenii, únavu, nechutenství, nevolnost, perianální píštěle a zhoršenou imunitu. Jak bylo uvedeno v kapitole 6.5. a 6.8., jsou však tyto projevy spíše komplikace Crohnovy choroby. V grafu níže jsou uvedeny konkrétní extraintestinální projevy Crohnovy choroby u účastníků studie a jejich četnost.

**Graf č. 12.** Extraintestinální projevy



### 7.4.8 Výsledky prvního a druhého měření

V následující tabulce je uveden souhrn výsledků 1. a 2. měření. V následujících podkapitolách jsou výsledky popsány podrobněji.

**Tabulka č. 6.** Přehled výsledků prvního a druhého měření

	n	1. měření	2. měření	p-hodnota
svalová hmota	15	49,6+-10,4	49,8+-10,2	p > 0,05
síla stisku ruky	15	33,5+-11,5	35,4+-11,0	p < 0,05
test chůze na 4 metry	14	2,1+-0,4	2,0+-0,4	p > 0,05
aerobní cvičení	15	155,1+-151,8	214,1+-159,2	p < 0,05
silové cvičení	15	35,3+-43,4	60,3+-40,2	p < 0,05

#### 7.4.8.1 Množství svalové hmoty

Hypotézy, které byly stanoveny:

H<sub>20</sub>: Množství svalové hmoty se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

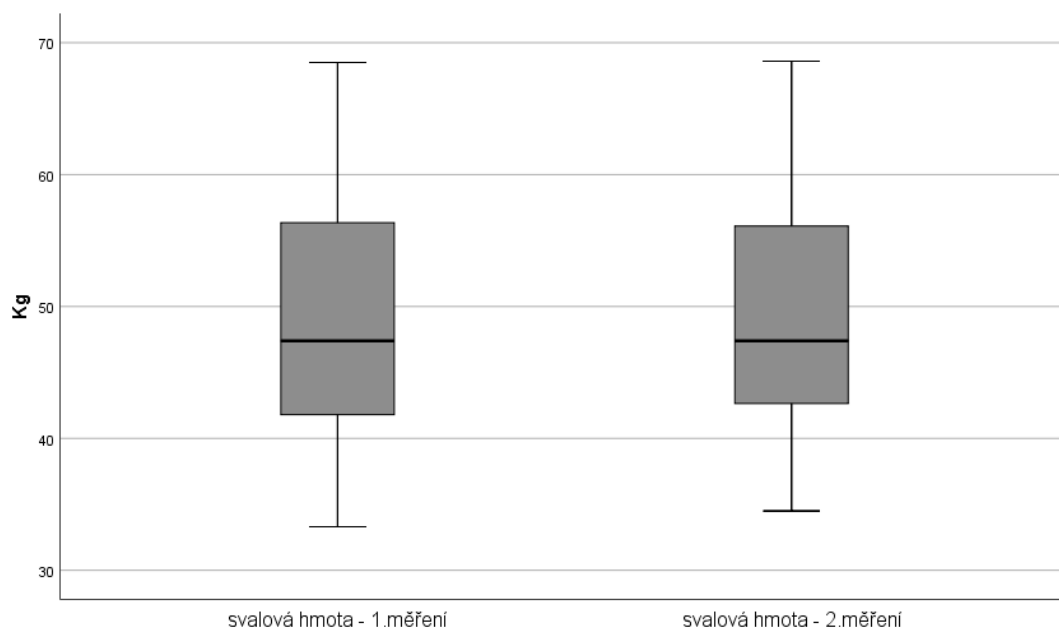
H<sub>2A</sub>: Množství svalové hmoty se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšilo.

Z popisných statistik lze pozorovat, že průměrná hodnota svalové hmoty vyšla u prvního měření 49,63 kg a u druhého měření 49,85 kg, variabilita svalové hmoty vyšla u obou měření obdobná (10,21 a 10,38 kg).

Průměrný nárůst svalové hmoty činí v průměru 0,21 kg. Párový t-test vyšel 0,62 s p-hodnotou 0,272. P-hodnota je vyšší než stanovená hladina významnosti (5 %), a proto nulovou hypotézu na dané hladině významnosti nezamítáme. Nepodařilo se prokázat statisticky významný nárůst svalové hmoty mezi 1. a 2. měřením.

Výsledky je možné vidět v krabicovém grafu níže, ze kterého je rovněž patrné, že k významnému nárůstu svalové hmoty mezi 1. a 2. měřením nedošlo.

**Graf č. 13.** Množství svalové hmoty při 1. a při 2. měření



#### 7.4.8.2 Síla stisku ruky

Hypotézy, které byly stanoveny:

H<sub>0</sub>: Síla stisku ruky se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

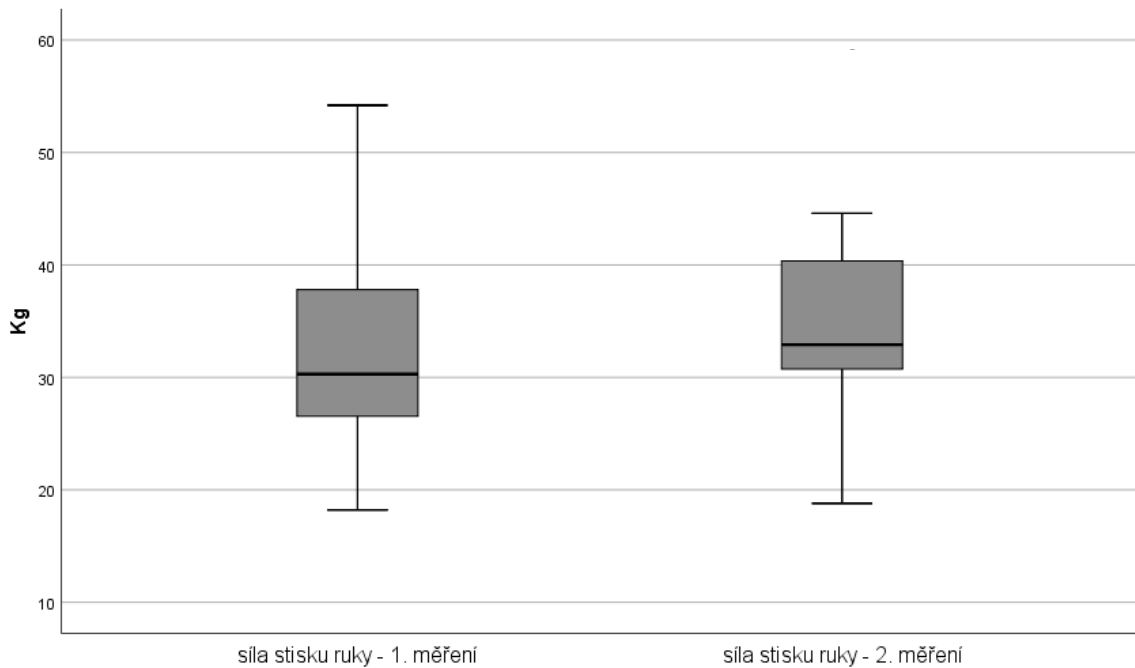
H<sub>2A</sub>: Síla stisku ruky se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšila.

Z popisných statistik lze pozorovat, že průměrná hodnota síly ve stisku ruky vyšla u prvního měření 33,51 kg a u druhého měření 35,39 kg, variabilita síly ve stisku ruky vyšla u obou měření obdobná (11,04 a 11,54 kg).

Průměrný nárůst síly stisku ruky činí v průměru 1,88 kg. Párový t-test vyšel 2,79 s p-hodnotou 0,010. P-hodnota je nižší než stanovená hladina významnosti (5 %), a proto nulovou hypotézu na dané hladině významnosti zamítáme. Podařilo se prokázat statisticky významný nárůst síly stisku ruky mezi 1. a 2. měřením.



**Graf č. 14.** Síla stisku ruky při 1. a při 2. měření



#### 7.4.8.3 Test rychlosti chůze

Hypotézy, které byly stanoveny:

$H_{30}$ : Rychlost chůze na 4 metry se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

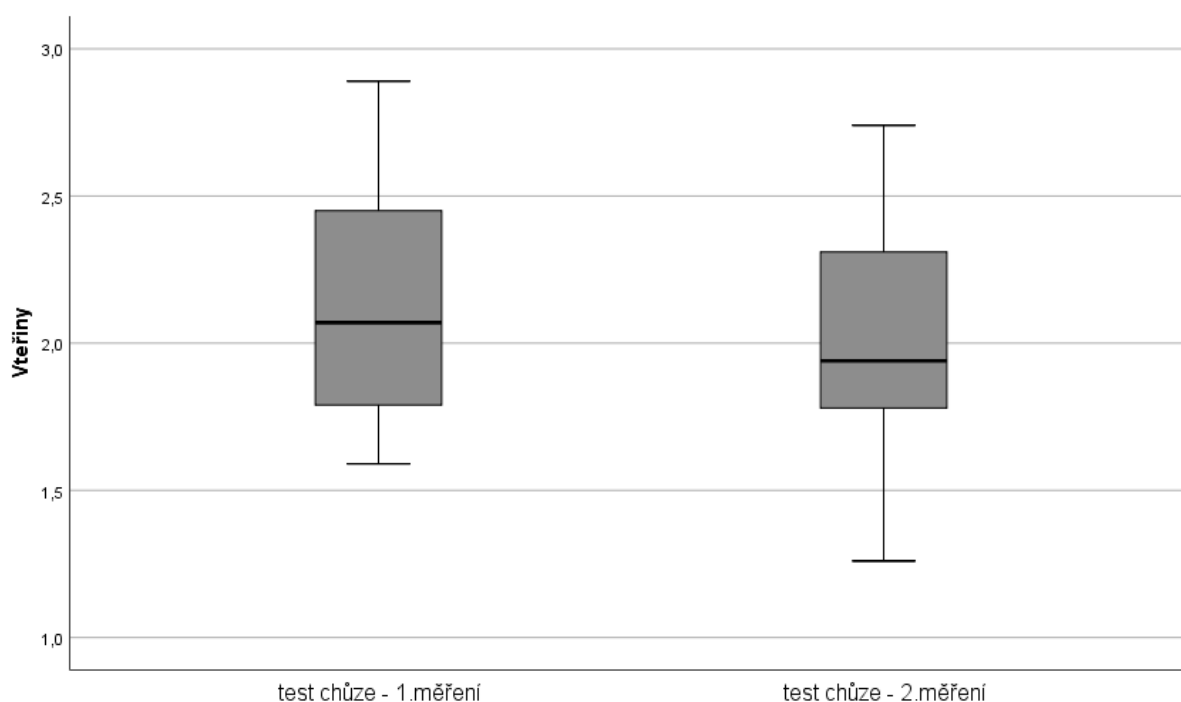
$H_{3A}$ : Rychlost chůze na 4 metry se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšila.

Z hodnot popisných statistik vyplývá, že průměrná hodnota doby chůze na 4 m vyšla u prvního měření 2,14 vteřiny a u druhého měření 2,03 vteřiny. Z výsledků vidíme, že doba chůze na 4 m je u druhého měření kratší. Testování bylo provedeno pouze u 14 účastníků studie, a to z důvodu chybějících dat u jednoho participanta, který měl v době druhého měření zraněnou nohu.

Průměrný pokles doby chůze činí v průměru 0,11 vteřiny. Párový t-test vyšel -1,19 s p-hodnotou 0,13. P-hodnota je vyšší než stanovená hladina významnosti (5 %), a proto nulovou hypotézu na dané hladině významnosti nelze zamítnout. Nepodařilo se prokázat statisticky významný nárůst v rychlosti chůze mezi 1. a 2. měřením.

Výsledky je možné vidět v grafu níže; v grafu je patrný drobný pokles v délce času chůze na 4 m u druhého měření, zrychlení chůze se však statisticky nepodařilo prokázat.

**Graf č. 15.** Rychlost chůze při 1. a při 2. měření



#### 7.4.8.4 Aerobní cvičení

Hypotézy, které byly stanoveny:

H<sub>0</sub>: Čas strávený aerobním cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

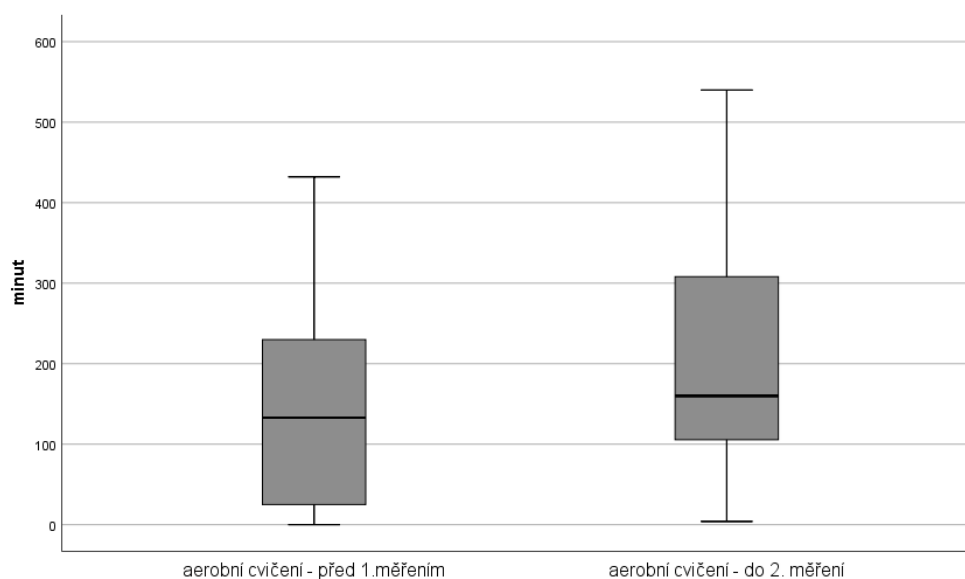
H<sub>A</sub>: Čas strávený aerobním cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšil.

Z výsledků popisných statistik lze vidět, že průměrná doba strávená aerobním cvičením vyšla u prvního měření 155,13 minut týdně a u druhého měření 214,13 minut týdně. Směrodatná odchylka doby strávené aerobním cvičením je u obou měření podobná (159,24 a 151,84 minut týdně).

Průměrný nárůst doby cvičení činí 59 minut a směrodatná odchylka vyšla 124,66 minuty. Vysoká hodnota směrodatné odchylky značí, že se rozdíly v nárůstu mezi participanty velmi lišily. Párový t-test vyšel 1,83 s p-hodnotou 0,04. P-hodnota je nižší než stanovená hladina významnosti (5 %), a proto nulovou hypotézu na dané hladině významnosti zamítáme. Podařilo se prokázat statisticky významný nárůst v době strávené aerobním cvičením mezi 1. a 2. měřením.

Výsledky je možné vidět v krabicovém grafu níže. Z krabicové grafu lze pozorovat široké rozpětí doby strávené cvičením a stejně tak lze vidět nárůst mezi 1. a 2. měřením.

**Graf č. 16.** Čas věnovaný aerobnímu cvičení před 1. a do 2. měření



#### 7.4.8.5 Silové cvičení

Hypotézy, které byly stanoveny:

$H_{50}$ : Čas strávený silovým cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně neliší.

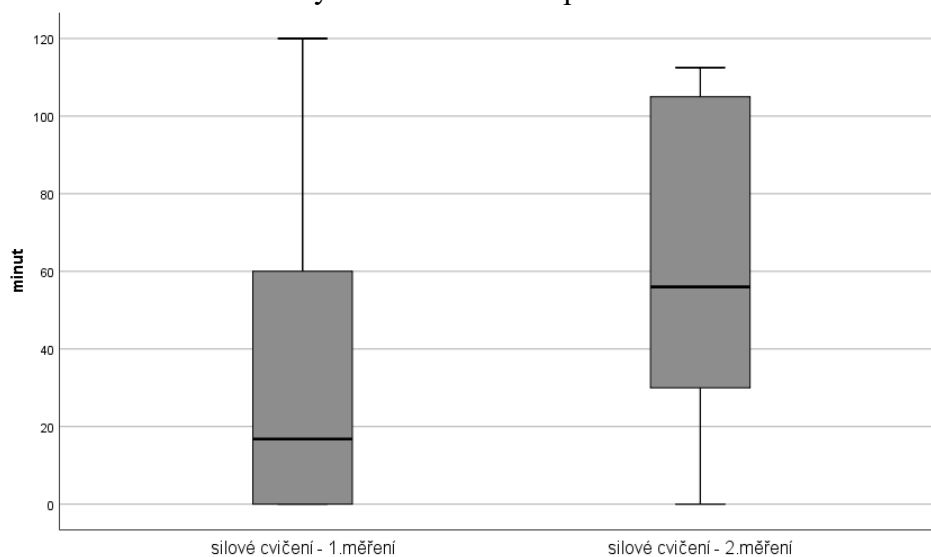
$H_{5A}$ : Čas strávený silovým cvičením se mezi 1. a 2. měřením statisticky významně zvýšil.

Z výsledků popisných statistik lze vidět, že průměrná doba strávená silovým cvičením vyšla u prvního měření 35,26 minut týdně a u druhého měření 60,25 minut týdně. Směrodatná odchylka doby strávené silovým cvičením je u obou měření podobná (40,19 a 43,4 minut týdně).

Průměrný nárůst doby strávené silovým cvičením činí 24,99 minut a směrodatná odchylka vyšla 45,71 minuty; vysoká hodnota směrodatné odchylky zde opět značí, že se rozdíly v nárůstu mezi participanty velmi lišily. Párový t-test vyšel 2,05 s p-hodnotou 0,031. P-hodnota je nižší než stanovená hladina významnosti (5 %), a proto nulovou hypotézu na dané hladině významnosti zamítáme. Podařilo se prokázat statisticky významný nárůst v době strávené silovým cvičením mezi 1. a 2. měřením.

Výsledky je možné vidět v krabicovém grafu níže. Z krabicového grafu lze opět pozorovat široké rozpětí doby strávené cvičením; stejně tak lze vidět nárůst mezi 1. a 2. měřením.

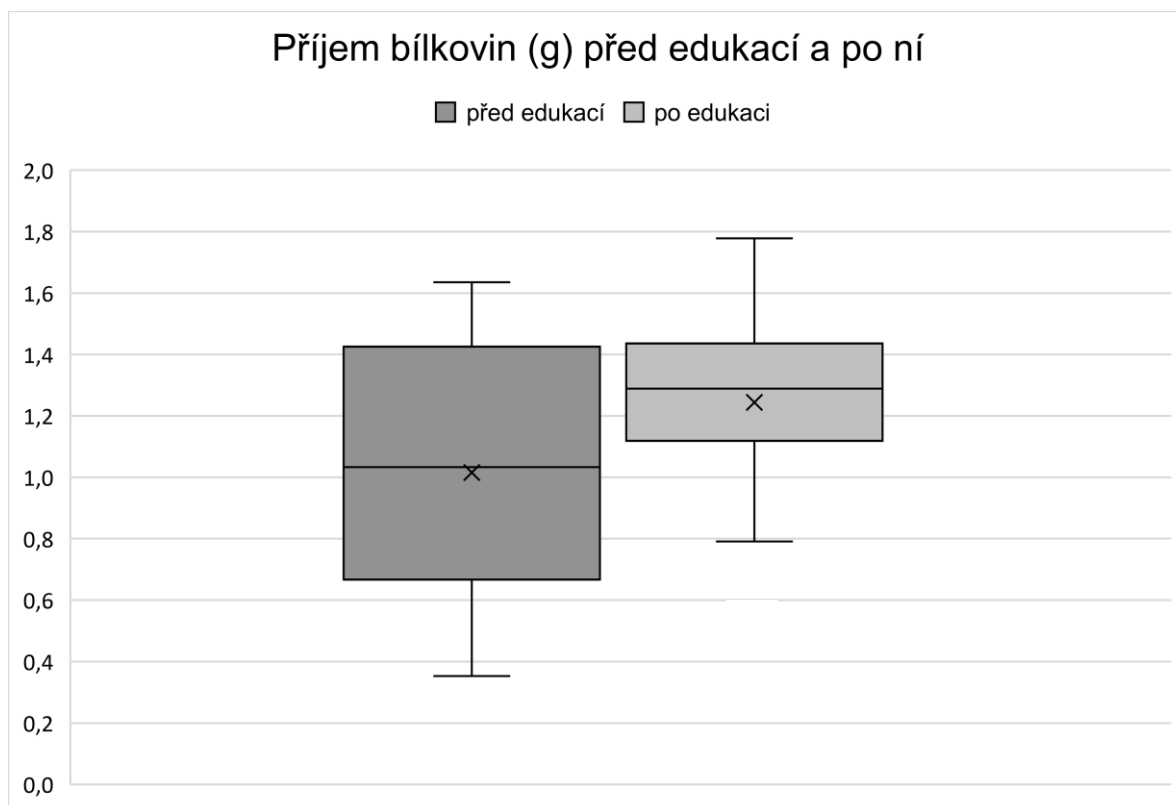
**Graf č. 17.** Čas věnovaný silovému cvičení před 1. a do 2. měření



### 7.4.9 Příjem bílkovin před 1. měření a po edukaci

Průměrný příjem bílkovin před 1. měřením, a tedy i před edukací byl 1,0 g na kilogram hmotnosti (medián rovněž 1,0) s rozsahem od 0,4 do 1,6 g na kilogram tělesné hmotnosti. Průměrný příjem bílkovin po edukaci byl 1,25 g bílkovin na kilogram tělesné hmotnosti (medián 1,3).

**Graf č. 18.** Příjem bílkovin před edukací a po ní



Účastníci studie měli doporučeno přijímat 1,4–1,6 g bílkovin na kilogram tělesné hmotnosti, u osob s BMI nad 30 se doporučení vztahovalo na ideální váhu. Doporučení splnilo 6 účastníků studie.

#### 7.4.10 Vliv příjmu bílkovin na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze

Pro zjištění závislostí mezi příjmem bílkovin a nárůstem svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze byl použit Spearmanův korelační koeficient.

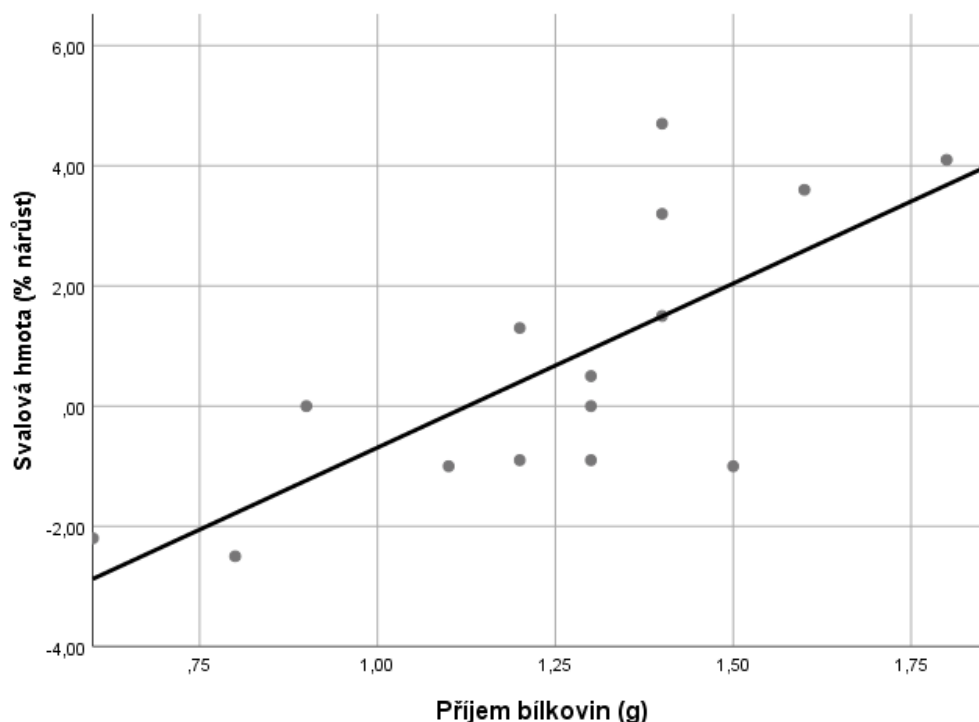
Z výsledků korelační analýzy lze vidět, že statisticky významná korelace vyšla mezi příjmem bílkovin a procentuálním nárůstem svalové hmoty. Hodnota korelačního koeficientu je 0,71 a p-hodnota 0,003. Z hodnoty korelačního koeficientu vyplývá, že mezi příjmem bílkovin a procentuálním nárůstem svalové hmoty je středně silná pozitivní závislost. U ostatních proměnných (procentuální nárůst v testu chůze a procentuální nárůst ve stisku ruky) se významnou závislost nepodařilo prokázat na 5 % hladině významnosti.

**Tabulka č. 7.** Korelační analýza vlivu příjmu bílkovin na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze

Korelační analýza vlivu příjmu bílkovin na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze (Spearmanův korelační koeficient)				
	Příjem bílkovin	svalová hmota (%)	Test chůze (%)	Síla stisku ruky (%)
Korelační koeficient	1,0	0,71	0,01	0,13
p-hodnota		0,003	0,741	0,650
n	15	15	14	15

Závislost vlivu příjmu bílkovin na nárůst svalového hmoty lze rovněž vidět v bodovém grafu.

**Graf č. 19.** Závislost vlivu příjmu bílkovin na nárůst svalové hmoty



#### 7.4.11 Vliv silového cvičení na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze

Pro zjištění závislosti mezi dobou strávenou silovým cvičením a nárůstem svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze byl rovněž použit Spearmanův korelační koeficient.

Z výsledků korelační analýzy lze vidět, že statisticky významná korelace se mezi žádnou z uvedených proměnných neprokázala. Mezi silovým cvičením a procentuální nárůstem síly stisku ruky je hodnota korelačního koeficientu -0,44 s p-hodnotou 0,099.

**Tabula č. 8.** Korelační analýza vlivu silového cvičení na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze

Korelační analýza vlivu silového cvičení na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze (Spearmanův korelační koeficient)				
	Silové cvičení	svalová hmota (%)	Test chůze (%)	Síla stisku ruky (%)
Korelační koeficient	1,00	0,36	-0,24	-0,44
p-hodnota		0,183	0,402	0,099
n	15	15	14	15

#### 7.4.12 Vliv aerobní pohybové aktivity na nárůst svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze

Pro zjištění závislosti mezi dobou strávenou aerobním cvičením a nárůstem svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze byl použit Spearmanův korelační koeficient.

Z výsledků korelační analýzy lze vidět, že statisticky významná korelace se mezi žádnou z uvedených proměnných neprokázala. Mezi aerobním cvičením a % nárůstem svalové hmoty je hodnota korelačního koeficientu -0,49 s p-hodnotou 0,064.

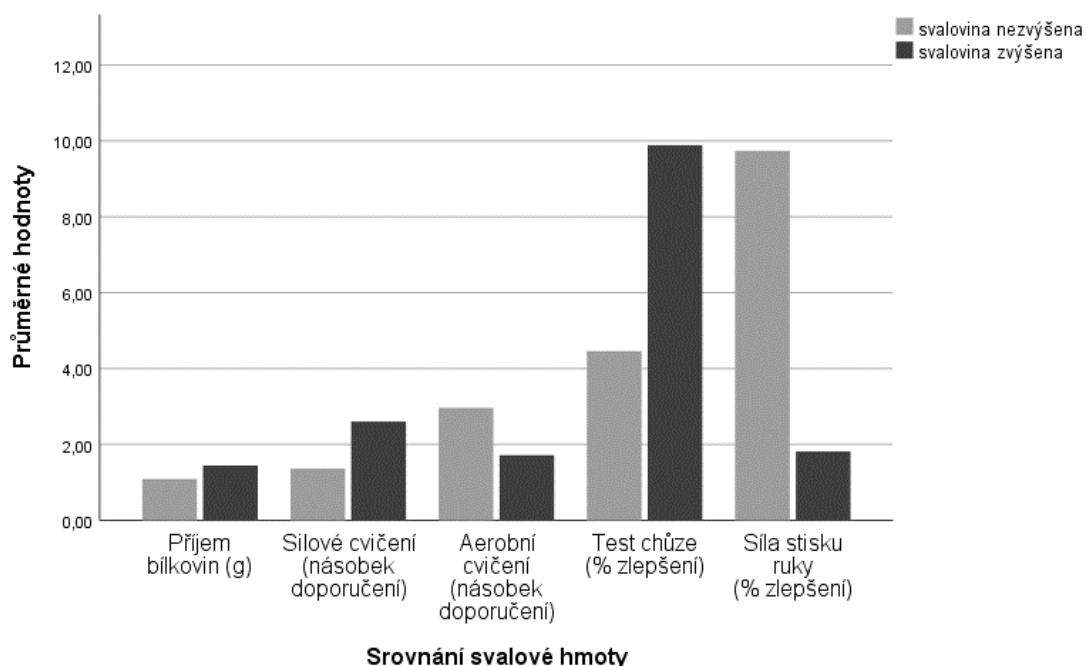
**Tabulka č. 8.** Korelační analýza vlivu aerobní pohybové aktivity na nárůst svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze

Korelační analýza vlivu aerobní pohybové aktivity na nárůst svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze (Spearmanův korelační koeficient)				
	Aerobní cvičení	svalová hmota (%)	Test chůze (%)	Síla stisku ruky (%)
Korelační koeficient	1,00	-0,49	-0,37	0,21
p-hodnota		0,064	0,193	0,464
n	15	15	14	15

#### 7.4.13 Srovnání výsledků účastníků studie, kteří zvýšili a nezvýšili množství svalové hmoty

V následující tabulce jsou účastníci studie rozděleni na dvě skupiny. Jedna skupina tvoří 7 účastníků studie, kteří množství svalové hmoty zvýšili, a druhou skupinu tvoří 8 účastníků studie, kteří množství svalové hmoty nezvýšili. Příjem bílkovin je uveden v gramech a průměrný příjem bílkovin se u těch, kteří množství své svalové hmoty zvětšili, liší o 0,36 g bílkovin na den, medián o 0,3 g. Silové cvičení je uvedeno v násobku splněného času doporučeného pro silové cvičení za týden (30 minut). Skupina, u které se množství svalové hmoty zvýšilo, čas doporučený pro silové cvičení splnila 2,6krát; skupina, u které se množství svalové hmoty nezvýšilo, doporučený čas splnila 1,36krát. Medián a směrodatná odchylka jsou uvedeny v tabulce. Aerobní cvičení je taktéž uvedeno v násobku splněného doporučení – 90 minut za týden. Aerobní aktivitě se naopak skupina, která svalovou hmotu nenavýšila, navýšila 2,96krát a skupina, která svalovou hmotu nabrala, pouze 1,71krát. Test chůze je uveden v procentech, o která se skupina všech účastníků studie zlepšila oproti 1. měření. Skupina, která množství svalové hmoty navýšila, se v rychlosti chůze na 4 metry zlepšila o 9,89 %; skupina, která množství svalové hmoty nenavýšila, se zlepšila jen o 4,46 %. Nicméně medián je v obou případech o hodně nižší. Síla stisku ruky je taktéž vyjádřena v procentech zlepšení oproti 1. měření. Také zde se průměr a medián liší výrazněji, a proto bude uveden medián. Skupina, která množství svalové hmoty navýšila, se v síle stisku ruky zlepšila o 3,2 %, a skupina, která svalovou hmotu nenavýšila, se zlepšila o 8 %.

**Graf č. 20.** Srovnání účastníků studie, kterým se objem svalové hmoty zvýšil × nezvýšil



Přesné hodnoty jsou vidět v následující tabulce.

**Tabulka č. 9.** Zvýšení objemu svalové hmoty

Zvýšení objemu svalové hmoty					
	Svalová hmota	n	Průměr	Medián	Směr. odchylka
Příjem bílkovin	nezvýšena	8	1,09	1,1	0,3
	zvýšena	7	1,44	1,4	0,2
Silové cvičení (násobek splněného doporučení)	nezvýšena	8	1,36	1,0	1,0
	zvýšena	7	2,60	3,5	1,4
Aerobní cvičení (násobek splněného doporučení)	nezvýšena	8	2,96	3,0	1,7
	zvýšena	7	1,71	1,4	1,7
Test chůze (% zlepšení)	nezvýšena	7	4,46	1,9	17,5
	zvýšena	7	9,89	1,2	24,0
Síla stisku ruky (% zlepšení)	nezvýšena	8	9,74	8,0	9,6
	zvýšena	7	1,81	3,2	6,0



## 8 Diskuse

Pacienti s Crohnovou chorobou během akutní fáze onemocnění ztrácí velké množství kilogramů a přicházejí hlavně o svalovou hmotu. Je to spojeno s akutním zánětem postižené oblasti, malabsorpcí, anorexií, průjmy, dehydratací a metabolickými změnami.

Ve své práci jsem formou dotazníků zjistila, že pacientům se sníží hmotnost o 11,79 kg–16,29 kilogramů. Průměrný úbytek hmotnosti je u pacientů s Crohnovou chorobou srovnatelný s úbytkem u pacientů s ulcerózní kolitidou.

Ve druhé části svého zkoumání jsem dvakrát měřila 15 participantů. K nárůstu svalové hmoty došlo u 7 z 15 účastníků studie. Nárůst není statisticky významný, nicméně vzhledem k poměrně krátké době (28 dní), kdy se měli účastníci studie cvičit a konzumovat dostatečné množství bílkovin, většina těch, co dodržela množství konzumovaných bílkovin, svalovou hmotu nabrala, i když změna nebyla statisticky signifikantní. Nárůst svalové hmoty nekoreloval s dobou věnovanou aerobnímu ani silovému cvičení.

Statisticky významná korelace však vyšla mezi příjmem bílkovin a procentuálním nárůstem svalové hmoty. Stěžejní je tedy dostatečný příjem bílkovin; 1,4 g bílkoviny na kilogram se ukázalo jako dostatečné množství. Jedna účastnice studie, která konzumovala nejméně 1,4 g bílkovin na kilogram a splnila i objem cvičení, svalovou hmotu nenabrala. V době účasti ve studii kojila 2 děti a pravděpodobně byla potřeba bílkovin z tohoto důvodu mnohem vyšší.

12 účastníkům z 15 se síla stisku ruky zlepšila. Nárůst síly stisku ruky mezi 1. a 2. měřením se ukázal jako statisticky významný. Síla stisku ruky významně souvisí s BMI jedince a se stavem svalové hmoty. Dva účastníci, kteří měli BMI v podvázce, měli i sílu stisku ruky na spodní hranici (16 kg pro ženy). Jedna účastnice studie, která je chronicky nemocná nejen s Crohnovou chorobou, taktéž měla sílu stisku ruky na spodní hranici hodnot v normě. Síla stisku ruky se zlepšila v průměru o 1,88 kg za 28 dní cvičení. V porovnání s Jonesovou studií (2020), kdy participanté cvičili 3krát týdně 6 měsíců a zvýšila se jim síla stisku ruky v průměru o 8,3 kg, by se dalo říci, že za 6 měsíců by mohl být progres podobný.

Rychlost chůze byla provedena pouze u 14 účastníků studie, protože v době 2. měření měl jeden účastník zraněnou nohu. Ke zlepšení došlo u 9 ze 14 účastníků studie. Pokles doby chůze činí 0,106 vteřiny, což není statisticky významný rozdíl, a zlepšení mezi 1. a 2. měřením se tedy prokázat nepodařilo.

Podařilo se prokázat statisticky významný nárůst doby strávené aerobním cvičením. Výsledek svědčí o tom, že účastníci studie se snažili a aerobní aktivitě se věnovali i více, než měli doporučeno.

Rozdíly nárůstu doby věnované silovému cvičení se mezi účastníky studie velmi lišily. Mezi 1. a 2. měřením se podařilo prokázat statisticky významný nárůst silového cvičení – většina účastníků studie čas věnovaný silové činnosti významně navýšila.

Z výsledků dotazníku vyplynulo, že extraintestinální projevy Crohnovy choroby mělo nebo má 47 % respondentů, což koresponduje se Minaříkovou (2021), která uvádí, že mimostřevní projevy Crohnovy choroby se vyskytují u 35–50 % pacientů.

Uvědomuji si možnou limitaci výsledků při dotazníkovém anonymním šetření v praktické části I.

Srovnání účastníků studie, kteří svalovou hmotu nabrali a nenabrali, bylo učiněno pouze u 7 účastníků v jedné skupině a 8 v druhé skupině. Vyšší zastoupení účastníků studie by přineslo možnosti lepšího a statisticky významnějšího porovnání.

Hlavní nevýhodou této studie je malý počet respondentů. Výsledky zkreslily i odlišné zdravotní komorbidity jednotlivých účastníků studie: dráždivý tračník, diabetes mellitus 2. typu, silné nechutenství, revize dělohy, stomie.

## 9 Závěr

Pacienti s Crohnovou chorobou během akutní fáze nemoci značně hubnou, srovnatelně jako pacienti s ulcerózní kolitidou.

Ve fázi remise je doporučováno navýšení množství přijímaných bílkovin a cvičení. Moje práce na malém počtu probandů potvrdila, že nejvyššího nárůstu svalové hmoty dosahovali ti jedinci, kteří měli vyšší příjem bílkovin. Aerobní ani silové cvičení vliv na zvýšení množství svaloviny statisticky nemělo.

Moje práce potvrdila význam edukace nutričním terapeutem u pacientů s Crohnovou chorobou. Snažit se v období remise nabírat svalovou hmotu má prokazatelně smysl, pacienti by o tom měli být informováni a mohl by jim být poskytnut krátký edukační materiál, který by jim dal základní návod, jak o nárůst svalové hmoty usilovat. Po edukaci jsou i pacienti lépe připraveni na případný relaps a lze očekávat vyšší kvalitu života a lepší funkční kondici při lepším stavu svalového aparátu.

## Seznam literatury

- Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L., Camera, D. M., West, D. W., Broad, E. M., Jeacocke, N. A., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of physiology*, 591(9), 2319–2331. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.244897>
- Bernaciková, 2023. Dynamometrie. Fyziologie pro RVS. [https://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/fyziologie\\_pro\\_rvs/dynamometrie.html](https://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/fyziologie_pro_rvs/dynamometrie.html)
- Bezpečnost potravin, (2023). Výdej energie. <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/vydej-energie/>
- Borren, N. Z., van der Woude, C. J., & Ananthakrishnan, A. N. (2019). Fatigue in IBD: epidemiology, pathophysiology and management. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 16(4), 247–259. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0091-9>
- Burd, N. A., West, D. W., Moore, D. R., Atherton, P. J., Staples, A. W., Prior, T., Tang, J. E., Rennie, M. J., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2011). Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *The Journal of nutrition*, 141(4), 568–573. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135038>
- Crowley, E., Warner, N., Pan, J., Khalouei, S., Elkadri, A., Fiedler, K., Foong, J., Turinsky, A. L., Bronte-Tinkew, D., Zhang, S., Hu, J., Tian, D., Li, D., Horowitz, J., Siddiqui, I., Upton, J., Roifman, C. M., Church, P. C., Wall, D. A., Ramani, A. K., ... Muise, A. M. (2020). Prevalence and Clinical Features of Inflammatory Bowel Diseases Associated With Monogenic Variants, Identified by Whole-Exome Sequencing in 1000 Children at a Single Center. *Gastroenterology*, 158(8), 2208–2220. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.023>
- Dean, G., Hanauer, S., & Levitsky, J. (2020). The Role of the Intestine in the Pathogenesis of Primary Sclerosing Cholangitis: Evidence and Therapeutic Implications. *Hepatology* (Baltimore, Md.), 72(3), 1127–1138. <https://doi.org/10.1002/hep.31311>
- Dušek, L., Ngo, O., Májek, O., Mužík, J., Kubát, J., Blaha, M., Jarkovský, J., & Lukáš, M. (2019). Díl II. – Epidemiologie idiopatických střevních zánětů v české populaci: dostupné datové zdroje, prevalence léčených pacientů a celková mortalita. *Gastroenterologie a hepatologie*, 73(2), 163-166. <https://doi.org/10.14735/amgh2019163>
- ECCO EFCCA Doporučení pro pacienty s Crohnovou chorobou (CD). Praha: Pacienti IBD, 2018. ISBN 978-80-905120-7-8.
- EFSA. (2010) Scientific Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1460>

Ehrmann, J., & Konečný, M. (2012). Léčba střevních zánětů. *Praktické lékařství*, 8(4), 156-160. <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2012/04/02.pdf>

Eliadou, E., Moleiro, J., Ribaldone, D. G., Astegiano, M., Rothfuss, K., Taxonera, C., Ghalim, F., Carbonnel, F., Verstockt, B., Festa, S., Maia, L., Berrozpe, A., Zagorowicz, E., Savarino, E., Ellul, P., Vavricka, S. R., Calvo, M., Koutroubakis, I., Hoentjen, F., Salazar, L. F., ... ECCO CONFER COMMITTEE (2020). Interstitial and Granulomatous Lung Disease in Inflammatory Bowel Disease Patients. *Journal of Crohn's & colitis*, 14(4), 480–489. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjz165>

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to design and evaluate research in education (8th ed.). New York: McGraw Hill.

Farhi, D., Cosnes, J., Zizi, N., Chosidow, O., Seksik, P., Beaugerie, L., Aractingi, S., & Khosrotehrani, K. (2008). Significance of erythema nodosum and pyoderma gangrenosum in inflammatory bowel diseases: a cohort study of 2402 patients. *Medicine*, 87(5), 281–293. <https://doi.org/10.1097/MD.0b013e318187cc9c>

Fatani, H., Olaru, A., Stevenson, R., Alharazi, W., Jafer, A., Atherton, P., Brook, M., & Moran, G. (2023). Systematic review of sarcopenia in inflammatory bowel disease. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 42(8), 1276–1291. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.05.002>

Fatouros, I. G., & Jamurtas, A. Z. (2016). Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. *Journal of inflammation research*, 9, 175–186. <https://doi.org/10.2147/JIR.S114635>

Galata, C., Hodapp, J., Weiß, C., Karampinis, I., Vassilev, G., Reißfelder, C., & Otto, M. (2020). Skeletal Muscle Mass Index Predicts Postoperative Complications in Intestinal Surgery for Crohn's Disease. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*, 44(4), 714–721. <https://doi.org/10.1002/jpen.1696>

Gionchetti, P., Dignass, A., Danese, S., Magro Dias, F. J., Rogler, G., Lakatos, P. L., Adamina, M., Ardizzone, S., Buskens, C. J., Sebastian, S., Laureti, S., Sampietro, G. M., Vucelic, B., van der Woude, C. J., Barreiro-de Acosta, M., Maaser, C., Portela, F., Vavricka, S. R., Gomollón, F., & ECCO (2017). 3rd European Evidence-based Consensus on the Diagnosis and Management of Crohn's Disease 2016: Part 2: Surgical Management and Special Situations. *Journal of Crohn's & colitis*, 11(2), 135–149. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjw169>

Gomollón, F., Dignass, A., Annesse, V., Tilg, H., Van Assche, G., Lindsay, J. O., Peyrin-Biroulet, L., Cullen, G. J., Daperno, M., Kucharzik, T., Rieder, F., Almer, S., Armuzzi, A., Harbord, M., Langhorst, J., Sans, M., Chowers, Y., Fiorino, G., Juillerat, P., Mantzaris, G. J., ... ECCO (2017). 3rd European Evidence-based Consensus on the Diagnosis and

Management of Crohn's Disease 2016: Part 1: Diagnosis and Medical Management. *Journal of Crohn's & colitis*, 11(1), 3–25. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjw168>

Greuter, T., Navarini, A., & Vavricka, S. R. (2017). Skin Manifestations of Inflammatory Bowel Disease. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 53(3), 413–427. <https://doi.org/10.1007/s12016-017-8617-4>

Harbord, M., Annese, V., Vavricka, S. R., Allez, M., Barreiro-de Acosta, M., Boberg, K. M., Burisch, J., De Vos, M., De Vries, A. M., Dick, A. D., Juillerat, P., Karlsen, T. H., Koutroubakis, I., Lakatos, P. L., Orchard, T., Papay, P., Raine, T., Reinshagen, M., Thaci, D., Tilg, H., ... European Crohn's and Colitis Organisation (2016). The First European Evidence-based Consensus on Extra-intestinal Manifestations in Inflammatory Bowel Disease. *Journal of Crohn's & colitis*, 10(3), 239–254. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjv213>

Haun, C. T., Vann, C. G., Roberts, B. M., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., & Roberts, M. D. (2019). A Critical Evaluation of the Biological Construct Skeletal Muscle Hypertrophy: Size Matters but So Does the Measurement. *Frontiers in physiology*, 10, 247. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00247>

Hedin, C. R. H., Vavricka, S. R., Stagg, A. J., Schoepfer, A., Raine, T., Puig, L., Pleyer, U., Navarini, A., van der Meulen-de Jong, A. E., Maul, J., Katsanos, K., Kagramanova, A., Greuter, T., González-Lama, Y., van Gaalen, F., Ellul, P., Burisch, J., Bettenworth, D., Becker, M. D., Bamias, G., ... Rieder, F. (2019). The Pathogenesis of Extraintestinal Manifestations: Implications for IBD Research, Diagnosis, and Therapy. *Journal of Crohn's & colitis*, 13(5), 541–554. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjy191>

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 89(1), 81–88. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.81>

Jenšovský, J. (2019). Sarkopenie: definice a diagnostika nové nemoci. *Clinical osteology*, 24(1), 14–18. <https://www.prolekare.cz/casopisy/clinical-osteology/2019-1-31/sarkopenie-definice-a-diagnostika-nove-nemoci-113404>

Jones, K., Baker, K., Speight, R. A., Thompson, N. P., & Tew, G. A. (2020). Randomised clinical trial: combined impact and resistance training in adults with stable Crohn's disease. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 52(6), 964–975. <https://doi.org/10.1111/apt.16002>

Karreman, M. C., Luime, J. J., Hazes, J. M. W., & Weel, A. E. A. M. (2017). The Prevalence and Incidence of Axial and Peripheral Spondyloarthritis in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Crohn's & colitis*, 11(5), 631–642. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjw199>

Kašpárek, D. (2022) Fitnessdk. Co je hypertrofie svalů a jaké rozlišujeme druhy? <https://fitnessdk.cz/blog/clanek/co-je-hypertrofie-svalu-a-jake-rozlisujeme-druhy>

Kirchgesner, J., Beaugerie, L., Carrat, F., Andersen, N. N., Jess, T., Schwarzinger, M., & BERENICE study group (2018). Increased risk of acute arterial events in young patients and severely active IBD: a nationwide French cohort study. *Gut*, 67(7), 1261–1268. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314015>

Kohout, P., Anděl, M., Andrášková, V., Běhounek, J., Bělohlávková, S., Beneš, P., Bezděk, K., Boháčová, V., Brožová, K., Česák, V., Dastyh, M., Duška, F., Fencel, F., Fila, L., Fuchs, M., Gabrovská, D., Gojda, J., Holečková, P., Honzík, T. et al. (2021) *Klinická výživa*. Gelén.

Konopka, P. (2004). *Sportovní výživa*. Kopp.

Lee, C. H., Yoon, H., Oh, D. J., Lee, J. M., Choi, Y. J., Shin, C. M., Park, Y. S., Kim, N., Lee, D. H., & Kim, J. S. (2020). The prevalence of sarcopenia and its effect on prognosis in patients with Crohn's disease. *Intestinal research*, 18(1), 79–84. <https://doi.org/10.5217/ir.2019.00107>

Lefflerová, 2010. Medical tribune. Šestiminutový test chůze. <https://www.tribune.cz/archiv/sestiminutovy-test-chuzi/>

Lehner, M., Kudláček, M., Háp, P., Bělka, J., Neuls, F., Ješina, O., Hůlka, K., Viktorjeník, D., Lnger, F., Kratochvíl, J., Rozsypal, R., Šťastný, P. (2014). Sportovní trénink I. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4330-0. <https://publi.cz/books/148/Cover.html>

Lukáš, K., Hrabák, P., Hrabák, P., & Novotný, A. (2017). Zvláštnosti Crohnovy nemoci. *Medicína po promoci*, 18(3), 223-230. <http://www.tribune.cz/tituly/mpp>

Miller, B. F., Olesen, J. L., Hansen, M., Døssing, S., Cramer, R. M., Welling, R. J., Langberg, H., Flyvbjerg, A., Kjaer, M., Babraj, J. A., Smith, K., & Rennie, M. J. (2005). Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *The Journal of physiology*, 567(Pt 3), 1021–1033. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.093690>

Mináriková, P. (2021). Diagnostika idiopatických střevních zánětů. *Medicína po promoci*, 22(3), 202-209. <https://www.tribune.cz/tituly/mpp/archiv/748>

Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British journal of sports medicine*, 52(6), 376–384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>

- Murthy, S. K., Robertson McCurdy, A. B., Carrier, M., & McCurdy, J. D. (2020). Venous thromboembolic events in inflammatory bowel diseases: A review of current evidence and guidance on risk in the post-hospitalization setting. *Thrombosis research*, 194, 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2020.06.005>
- Ottaviano, G., Salvatore, S., Salvatoni, A., Martellosi, S., Ventura, A., & Naviglio, S. (2018). Ocular Manifestations of Paediatric Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Crohn's & colitis*, 12(7), 870–879. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjy029>
- Panhwar, M. S., Mansoor, E., Al-Kindi, S. G., Sinh, P., Katz, J., Oliveira, G. H., Cooper, G. S., & Ginwalla, M. (2019). Risk of Myocardial Infarction in Inflammatory Bowel Disease: A Population-based National Study. *Inflammatory bowel diseases*, 25(6), 1080–1087. <https://doi.org/10.1093/ibd/izy354>
- Pastucha, D. (2014). Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly. Grada.
- Pekař, M., Pekařová, A., Chovancová, T., & Holéczy, P. (2020). Sarkopenická obezita – aktuální přehled problematiky. *Vnitřní lékařství*, 66(1), 39–43. <https://www.prolekare.cz/casopisy/vnitri-lekarstvi/2020-1-33/sarkopenicka-obezita-aktualni-prehled-problematiky-123631>
- Physiopedia, 2023. Test na 10 metrů. Physiopedia. [https://www-physio--pedia-com.translate.google/10\\_Metre\\_Walk\\_Test?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=cs&\\_x\\_tr\\_hl=cs&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-physio--pedia-com.translate.google/10_Metre_Walk_Test?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=cs&_x_tr_hl=cs&_x_tr_pto=sc)
- Qazi T. (2020). Fatigue in inflammatory bowel disease: a problematic ailment. *Current opinion in gastroenterology*, 36(4), 284–294. <https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000644>
- Rogler, G., Singh, A., Kavanaugh, A., & Rubin, D. T. (2021). Extraintestinal Manifestations of Inflammatory Bowel Disease: Current Concepts, Treatment, and Implications for Disease Management. *Gastroenterology*, 161(4), 1118–1132. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.07.042>
- Rokyta, R. (2016). Fyziologie. (Třetí rozšířené vydání.) Galén.
- Roubík, L. (2018). Moderní výživa ve fitness a silových sportech. Erasport, s. r. o.
- Seeger, W. A., Thieringer, J., Esters, P., Allmendinger, B., Stein, J., Schulze, H., & Dignass, A. (2020). Moderate endurance and muscle training is beneficial and safe in patients with quiescent or mildly active Crohn's disease. *United European gastroenterology journal*, 8(7), 804–813. <https://doi.org/10.1177/2050640620936383>
- Stoppani, J. (2016) Velká kniha posilování. Grada.



Taleban, S., Li, D., Targan, S. R., Ippoliti, A., Brant, S. R., Cho, J. H., Duerr, R. H., Rioux, J. D., Silverberg, M. S., Vasilias, E. A., Rotter, J. I., Haritunians, T., Shih, D. Q., Dubinsky, M., Melmed, G. Y., & McGovern, D. P. (2016). Ocular Manifestations in Inflammatory Bowel Disease Are Associated with Other Extra-intestinal Manifestations, Gender, and Genes Implicated in Other Immune-related Traits. *Journal of Crohn's & colitis*, 10(1), 43–49. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjv178>

Tang, W., Xie, G., Wang, D., Li, T., Ren, Y., Li, J., Deng, J., & Li, K. (2023). Imaging-based assessment of body composition in patients with Crohn's disease: a systematic review. *International journal of colorectal disease*, 38(1), 126. <https://doi.org/10.1007/s00384-023-04413-w>

Textbook of Nature Medicine, 2020. Science Direct. [https://www.sciencedirect.com.translate.google.com/topics/medicine-and-dentistry/timed-up-and-go-test?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=cs&\\_x\\_tr\\_hl=cs&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www.sciencedirect.com.translate.google.com/topics/medicine-and-dentistry/timed-up-and-go-test?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=cs&_x_tr_hl=cs&_x_tr_pto=sc)

Tipton, K. D., Hamilton, D. L., & Gallagher, I. J. (2018). Assessing the Role of Muscle Protein Breakdown in Response to Nutrition and Exercise in Humans. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(Suppl 1), 53–64. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0845-5>

Tornero-Aguilera, J. F., Sánchez-Molina, J., Parraca, J. A., Morais, A., & Clemente-Suárez, V. J. (2022). Are Crohn's Disease Patients Limited in Sport Practise? An UltraEndurance Case-Control Study Response. *International journal of environmental research and public health*, 19(16), 10007. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610007>

Vavricka, S. R., Rogler, G., Gantenbein, C., Spoerri, M., Prinz Vavricka, M., Navarini, A. A., French, L. E., Safroneeva, E., Fournier, N., Straumann, A., Froehlich, F., Fried, M., Michetti, P., Seibold, F., Lakatos, P. L., Peyrin-Biroulet, L., & Schoepfer, A. M. (2015). Chronological Order of Appearance of Extraintestinal Manifestations Relative to the Time of IBD Diagnosis in the Swiss Inflammatory Bowel Disease Cohort. *Inflammatory bowel diseases*, 21(8), 1794–1800. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000429>

Vokurka, M. (2018). *Patofyziologie pro nelékařské směry* (4., upravené vydání). Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.

Všechno, co jste chtěli vědět o idiopatických střevních zánětech, ale báli jste se zeptat. (2016) (2. vydání). Pacienti IBD. <https://www.crohn.cz/kdo-jsme/publikace>

Zanoli, L., Mikhailidis, D. P., Bruno, R. M., Abreu, M. T., Danese, S., Eliakim, R., Gionchetti, P., Katsanos, K. H., Kirchgesner, J., Koutroubakis, I. E., Kucharzik, T., Lakatos, P. L., Nguyen, G. C., Papa, A., Vavricka, S. R., Wilkinson, I. B., & Boutouyrie, P. (2020). Aortic Stiffening Is an Extraintestinal Manifestation of Inflammatory Bowel Disease: Review of the Literature and Expert Panel Statement. *Angiology*, 71(8), 689–697. <https://doi.org/10.1177/0003319720918509>

Zeitz, J., Ak, M., Müller-Mottet, S., Scharl, S., Biedermann, L., Fournier, N., Frei, P., Pittet, V., Scharl, M., Fried, M., Rogler, G., Vavricka, S., & Swiss IBD Cohort Study Group (2016). Pain in IBD Patients: Very Frequent and Frequently Insufficiently Taken into Account. *PloS one*, 11(6), e0156666. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156666>

Zhang, W., Zhu, W., Ren, J., Zuo, L., Wu, X., & Li, J. (2015). Skeletal muscle percentage: a protective factor for postoperative morbidity in Crohn's disease patients with severe malnutrition. *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*, 19(4), 715–721. <https://doi.org/10.1007/s11605-015-2763-x>

Zlatohlávek, L. (2019). *Klinická dietologie a výživa* (Druhé rozšířené vydání). Current Media.

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – dotazník Praktická část I

Příloha č. 2 – dotazník Praktická část II

Příloha č. 3 – formulář pro zapisování příjmu bílkovin a cvičení

Příloha č. 4 – edukační materiál bílkoviny

Příloha č. 5 – edukační materiál cvičení

Příloha č. 6 – test normality diferencí

Příloha č. 7 – seznam tabulek a grafů

## IBD-hmotnost

Dobrý den,

děkuji za vyplnění dotazníku týkající se ztráty hmotnosti při akutní fázi Crohnovy nemoci. Dotazník je anonymní. Výsledky budou použity k diplomové práci Jak nabrat svalovou hmotu v období remise u pacientů s Crohnovou chorobou.

### 1 Pohlaví

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

Muž  Žena

### 2 Mám diagnostikovanou

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

Crohnovu chorobu  Ulcerózní kolitidu  Jinou nemoc

### 3 Je mi ..... let.

### 4 V jakém městě máte svého gastroenterologa?

---

5 Měřím ..... centimetrů.

Nápověda k otázce: *Doplňte číslo.*

6 Vážím ..... kilogramů.

Nápověda k otázce: *Doplňte číslo.*

7 V akutní části nemoci jsem ztratil ..... kilogramů ze své původní váhy.

Nápověda k otázce: *= období než se můj stav začal díky léčbě dlouhodobě zlepšovat; můžete vyplnit, i pokud ještě stabilizovaný/á nejste*

8 Jaké příznaky nemoci jste během akutní části nemoci měl/a?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu nebo více odpovědí*

Průjem    Bolesti břicha    Zápca    Únava    Břišní dyskomfort    Váhový úbytek    Píštěl

Jiné:

9 Víte jakou část trávicího traktu máte nemocí zasaženou?

## Jak nabrat svalovinu v období remise u pacientů s Crohnovou chorobou

Milí účastníci výzkumu,

věnujte prosím 10 minut vyplnění dotazníku o vaši minulosti a přítomnosti s CD. Otázek je 11. Moc děkuji.

1 Kolik je Vám let?

2 Máte diagnostikovanou Crohnovu chorobu?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

Ano.  Ne.  Zatím to není jisté.

3 Jak dlouho máte Crohnovu chorobu diagnostikovanou?

4 Kolik jste v období akutní fáze (=relapsu - než jste se dostali do remise) ztratil/a kilogramů?

5 Jak dlouho trvalo, než jste se dostal/a do remise?

**Jak nabrat svalovinu v období remise u pacientů s Crohnovou chorobou**

---

6 Máte/měl/a jste nějaké mimostřevní projevy Crohnovy choroby?

7 Je nějaké jídlo, které Vám i v remisi nedělá dobře?

8 Cítíte se unavený/á i při přiměřené délce spánku?

9 Jaké berete léky?

10 Kam chodíte na gastroenterologii? (Nejlépe i jméno lékaře.)

**Jak nabrat svalovinu v období remise u pacientů s Crohnovou chorobou**















---

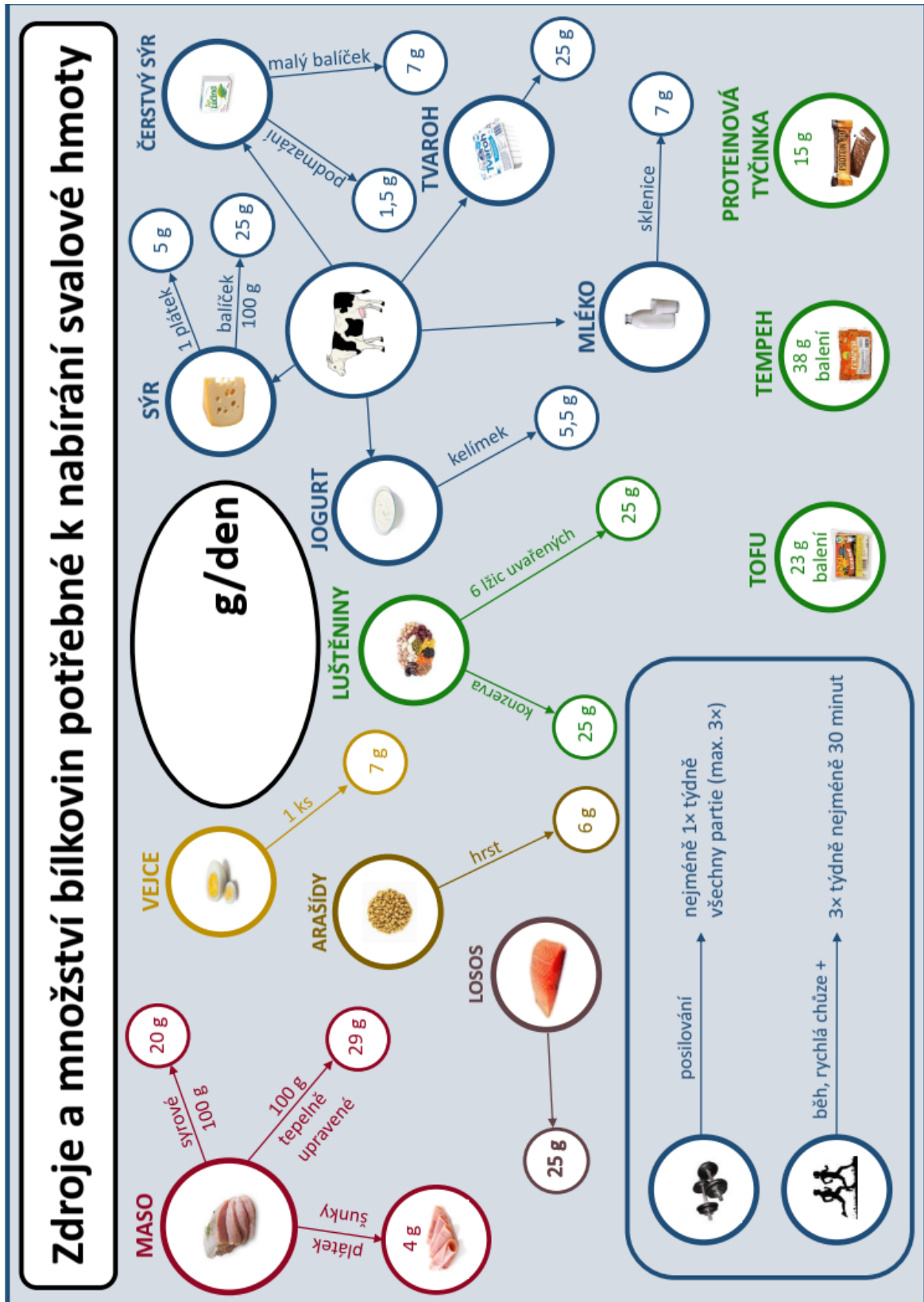
11 Zde, prosím, napište Vaši přezdívku/jméno/číslo, pod kterým budou shromažďovány všechna data vámi poskytnutá v rámci výzkumu. Děkuji za čas, který jste dotazníku věnoval/a.

*Nápověda k otázce: (Vaše jméno a příjmení bude jen na Informovaném souhlasu.)*





Příloha č. 3 – formulář pro zapisování příjmu bílkovin a cvičení

	množství / frekvence cvičení							
	5. 1.	6. 1.	7. 1.	8. 1.	9. 1.	10. 1.	11. 1.	12. 1.
 vejce (1 ks)								
 plátek masa								
 porce lososa								
 mléko sklenice (200 ml)								
 tvaroh vanička (250 g)								
 jogurt kelímek (150 g)								
 tvrdý sýr plátek (20 g)								
 čerstvý sýr (silná vrstva)								
 luštěniny polovina talíře								
 kebab								
 bageta								
 pizza								
 silové cvičení								
 anaerobní cvičení								



## Tipy na cvičení

Ve formuláři na zaznamenávání potravin a cvičení je cvičení rozděleno na Aerobní cvičení  a Silové cvičení . Aerobní cvičení jsou procházky, běhání, jízda na kole, kolečkových bruslích, lyžování, plavání apod. Tuto aktivitu si vyberte podle vašich preferencí ideálně 3 x týdně, minimálně však 1x týdně a to alespoň 30 minut v kuse.

Silové cvičení je cvičení, během kterého posilujeme určitou partii našeho těla. Často jsou tyto tréninky kombinací aerobního a silového cvičení, počet minut jimi strávených ale prosím zapisujte do „silového cvičení“. Ideální je posilovat každou partii těla 2-3x týdně, pro účely studie minimálně 1x týdně stačí. Níže jsou uvedeny tipy na cvičení podle různé obtížnosti a délky trvání, nicméně pokud máte své osvědčené posilovací cvičení, je to naprosto v pořádku a pokračujte v něm.

### **CVIČENÍ DO 10 MINUT**

#### **Cvičení na míči**

**1. 11:30 min**

<https://dancavideo.cz/cviceni-mic-1/>

#### **Cvičení na břicho**

Cviky na břicho – tipy na cviky

<https://dancavideo.cz/cviceni-s-polstarkem-na-bricho-zacatecnik/>

#### **Cvičení s dekou**

<https://dancavideo.cz/cviceni-s-dekou/>

#### **Cvičení na ruce a prsa**

- **Kardio, možno s činkami 10:52**

<https://dancavideo.cz/1-cviceni-na-ruce-a-prsa/>

#### **Cvičení zadek a břicho**

Toto video je úvodní video ke 30 denní výzvě, ale lze cvičit jen cviky, které jsou ukázány v tomto videu.

<https://dancavideo.cz/zadek-brisko/>

#### **Pilates - střed těla**

- **8:08**

[https://www.youtube.com/watch?v=RdtsQk4w\\_rA](https://www.youtube.com/watch?v=RdtsQk4w_rA)

- **8:18 – pokračování předchozího videa**

<https://www.youtube.com/watch?v=HxQjVtY3IDY>

## TIPY PRO TY, KTEŘÍ MAJÍ NĚJAKÉ OMEZENÍ

### Kdo nemůže skákat

- tipy jak cviky, kde se skáče, nahradit cviky bez skákání 2:55

<https://dancavideo.cz/jak-nahradit-skakani/>

### Cvičení na židli v sedě

- 2:08 min

<https://dancavideo.cz/cviceni-se-zidli/>

### CVIČENÍ s posilovací gumou

- 4:10

<https://www.youtube.com/watch?v=wUxD0tDeu8E>

## 20-30 MINUTOVÁ POSILOVACÍ CVIČENÍ

### Posilovací cvičení

- Na zadek a nohy, 20:24

<https://www.youtube.com/watch?v=QM9dyx-Q1tY>

### Cvičení se zátěží

- samotné cvičení začíná až na 3:34 min, celkově 28:14 min, tedy 25 min  
**Co je potřeba:** podložka, židle, zátěž (činky/láhev s vodou/batoh)

<https://www.youtube.com/watch?v=qWorpwSOAco>

### Kombinace silového a kondičního tréninku

- 24:28 (samotné cvičení začíná na 2:55)  
**Co je potřeba:** židle, činky/zátěž – kdo chce:)

<https://www.youtube.com/watch?v=BPW6Lh0IPFc>

### Relaxační a dechové cvičení

- Na odpočinek – 13:51

<https://www.youtube.com/watch?v=bw8RgQMnd2M>

**Test normality diferencí**

$H_0$ : Diference ( $d_i$ ) pochází z normálního rozdělení

$H_1$ : Diference ( $d_i$ ) nepochází z normálního rozdělení

<b>Test normality diferencí</b>			
Shapiro-Wilkův test			
	Testová statistika	diference	p-hodnota
diference - svalová hmota	0,965	13	0,831
diference - testy chůze	0,945	13	0,525
diference - handgrib	0,956	13	0,693
diference - aerobní cvičení	0,940	13	0,454
diference - silové cvičení	0,976	13	0,958

P-hodnota je ve všech případech vyšší než stanovená hladina významnosti (5 %), a proto nulovou hypotézu nelze zamítnout. Předpoklad normální rozdělení diferencí je splněn.

**Seznam tabulek a grafů**

<b>Tabulky</b>	str.
<b>Tabulka č. 1.</b> Výdej energie. Převzato ze Zlatohlávka (2019).....	27
<b>Tabulka č. 2.</b> Klasifikace Crohnovy choroby. Převzato z Lukáše et al. (2017).....	35
<b>Tabulka č. 3.</b> Montrealská klasifikace Crohnovy nemoci. Převzato z Minárikové (2021).....	36
<b>Tabulka č. 4.</b> Úbytek hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou.....	54
<b>Tabulka č. 5.</b> Úbytek hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou.....	55
<b>Tabulka č. 6.</b> Přehled výsledků prvního a druhého měření.....	63
<b>Tabulka č. 7.</b> Korelační analýza vlivu příjmu bílkovin na množství svalové hmoty, sílu stisku ruky a rychlost chůze.....	69
<b>Tabulka č. 8.</b> Korelační analýza vlivu aerobní pohybové aktivity na nárůst svalové hmoty, síly stisku ruky a rychlosti chůze.....	71
<b>Tabulka č. 9.</b> Zvýšení objemu svalové hmoty.....	72
<b>Grafy</b>	str.
<b>Graf č. 1.</b> Věk pacientů s Crohnovou chorobou a ulcerózní kolitidou.....	52
<b>Graf č. 2.</b> Postižená oblast trávicího traktu.....	53
<b>Graf č. 3.</b> Histogram úbytku hmotnosti u pacientů s Crohnovou chorobou.....	54
<b>Graf č. 4.</b> Úbytek hmotnosti u Crohnovy choroby a ulcerózní kolitidy.....	55
<b>Graf č. 5.</b> Věk účastníků studie.....	58
<b>Graf č. 6.</b> Délka diagnózy.....	59
<b>Graf č. 7.</b> Úbytek hmotnosti.....	60
<b>Graf č. 8.</b> Vnímání únavy.....	61
<b>Graf č. 9.</b> BMI.....	61
<b>Graf č. 10.</b> Potraviny zhoršující zažívání.....	62

<b>Graf č. 11.</b> Přítomnost extraintestinálních projevů.....	62
<b>Graf č. 12.</b> Extraintestinální projevy.....	63
<b>Graf č. 13.</b> Množství svalové hmoty při 1. a při 2. měření.....	64
<b>Graf č. 14.</b> Síla stisku ruky při 1. a při 2. měření.....	65
<b>Graf č. 15.</b> Rychlost chůze při 1. a při 2. měření.....	66
<b>Graf č. 16.</b> Čas věnovaný aerobnímu cvičení před 1. a do 2. měření.....	67
<b>Graf č. 17.</b> Čas věnovaný silovému cvičení před 1. a do 2. měření.....	68
<b>Graf č. 18.</b> Příjem bílkovin před edukací a po ní.....	68
<b>Graf č. 19.</b> Závislost vlivu příjmu bílkovin na nárůst svalové hmoty.....	70
<b>Graf č. 20.</b> Srovnání účastníků studie, kterým se objem svalové hmoty zvýšil × nezvýšil.....	72