

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Bc. Klára Sochorková

**Porovnání dynamických parametrů chůze u obézních a  
neobézních pacientů**

Diplomová práce

Vedoucí práce: MUDr. Stanislav Horák, Ph.D., MBA

Olomouc 2019

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením MUDr. Stanislava Horáka, Ph.D., MBA a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 13. května 2019

Podpis: .....

**Poděkování:**

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce MUDr. Stanislavu Horákovi, Ph.D., MBA, za odborné vedení, cenné rady, podněty a připomínky k odbornému i formálnímu obsahu diplomové práce. Také za vstřícný přístup a zejména za trpělivost a ochotu. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Dagmar Tečové za pomoc při statistickém zpracování dat k diplomové práci a také Mgr. Tomáši Kleinovi za poskytnutí technického zázemí a pomoc při provádění výzkumného měření. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem dobrovolníkům účastnících se experimentu.

## **ANOTACE**

**Typ závěrečné práce:** Diplomová práce

**Název práce:** Porovnání dynamických parametrů chůze u obézních a neobézních pacientů

**Název práce v AJ:** Comparison of dynamic walking parameters between obese and non-obese patients

**Datum zadání:** 2018-01-31

**Datum odevzdání:** 2019-05-13

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta zdravotnických věd  
Ústav fyzioterapie

**Autor práce:** Bc. Klára Sochorková

**Vedoucí práce:** Horák Stanislav, MUDr. Ph.D., MBA

**Oponent práce:** Kolář Petr, MUDr. Ph.D.

### **Abstrakt v ČJ:**

**Úvod:** Obezita spadá do skupiny civilizačních chorob a patří k nejzávažnějším zdravotním problémům v dnešní době. Vysoká tělesná hmotnost způsobuje řadu zdravotních komplikací a negativně působí také na pohybový aparát člověka.

**Cíl:** Porovnat dynamické parametry chůze u neobézních jedinců a jedinců trpících obezitou různého stupně.

**Metodika:** Studie se zúčastnilo celkem 20 probandů ve věkovém rozmezí 21–40 let. Tito jedinci byli rozděleni dle hodnoty BMI a obvodu v pase na dvě skupiny. Výzkumnou skupinu tvořilo celkem 10 probandů s průměrným BMI  $34,03 \pm 3,88$ . V kontrolní skupině bylo také celkem 10 probandů, jejichž průměrné BMI bylo  $21,63 \pm 2,48$ . Chůze byla hodnocena pomocí plantografické plošiny Footscan® (RSCcan International, Belgium). U všech účastníků byly provedeny tři měření, jejichž hodnoty byly následně zprůměrovány. K následnému vyhodnocení byly vybrány tři základní dynamické parametry chůze – doba trvání krokového cyklu, délka kroku a rychlost chůze. Data byla následně statisticky vyhodnocena neparametrickým Mann – Whitney U testem.

**Výsledky:** U testovaných probandů nebyly prokázány žádné statisticky významné rozdíly v době trvání krokového cyklu mezi oběma skupinami ( $p = 0,850$ ). Ani parametry délka kroku a rychlost chůze nebyly statisticky významné.

**Závěr:** U vybraných dynamických parametrů chůze nebyly prokázány výrazné rozdíly mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

#### **Abstrakt v AJ:**

**Introduction:** Obesity belongs to a group of lifestyle diseases and is one of the most serious health problems today. High body weight causes a number of health complications and also has a negative effect on the musculoskeletal system of human body.

**Objective:** To compare the dynamic gait parameters in non-obese and obese individuals with different stages of the obesity.

**Methods:** A total of 20 probands in the age range of 21–40 years participated in the study. These individuals were divided into two groups according to the BMI and waist circumference. The research group consisted of 10 probands ( $\text{BMI } 34.03 \pm 3.88$ ). There were also 10 probands in the control group ( $\text{BMI } 21.63 \pm 2.48$ ). Walking was assessed using a Footscan® plantographic platform (RSCcan International, Belgium). Three measurements were made from all the participants, the values of which were subsequently averaged. Three basic walking parameters – the duration of the step cycle, step length and walking speed – were selected for subsequent evaluation. The data were then statistically evaluated by non-parametric Mann-Whitney U test.

**Results:** There were no statistically significant differences in the duration of the step cycle between the two groups in the probands tested ( $p = 0,850$ ). Neither the step length and walking speed parameters were statistically significant

**Conclusion:** There were no significant differences between the group of non-obese individuals and obese individuals in selected dynamic gait parameters.

**Klíčová slova v ČJ:** Obezita, body mass index, chůze, krokový cyklus, dynamické parametry chůze

**Klíčová slova v AJ:** Obesity, body mass index, gait, gait cycle, dynamic gait parameters

**Rozsah:** 74/4

# OBSAH

ÚVOD .....	8
PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ .....	10
<b>1 OBEZITA</b> .....	10
1.1 Epidemiologie obezity .....	11
1.2 Etiopatogeneze obezity .....	11
1.3 Typy obezity .....	12
1.4 Vyšetření v obezitologii .....	13
1.4.1 Vstupní vyšetření .....	13
1.4.2 Index tělesné hmotnosti (BMI).....	14
1.4.3 Vyšetření složení těla .....	15
1.4.4 Metody měření rozložení tukové tkáně.....	17
1.5 Zdravotní rizika obezity .....	17
1.5.1 Metabolický syndrom .....	18
1.5.2 Kardiovaskulární komplikace.....	18
1.5.3 Mechanické komplikace .....	19
1.5.4 Onemocnění ledvin .....	19
1.5.5 Syndrom spánkové apnoe .....	19
1.5.6 Psychosociální komplikace .....	20
1.5.7 Jiná onemocnění .....	20
1.6 Léčba obezity.....	21
1.6.1 Nefarmakologická léčba .....	21
1.6.2 Farmakologická léčba .....	22
1.6.3 Chirurgická léčba.....	23
<b>2 CHŮZE</b> .....	24
2.1 Terminologie chůze .....	25
2.2 Centrální mechanismy řízení chůze .....	26
2.3 Krokový cyklus.....	26
2.3.1 Mechanismus krokového cyklu.....	29
2.3.2 Svalová aktivita .....	30
2.4 Typy chůze .....	32

2.5	Obecné charakteristiky chůze.....	32
2.5.1	Časové a prostorové parametry .....	32
2.5.2	Silové a tlakové parametry.....	33
2.6	Patologie chůze.....	34
2.7	Laboratorní metody vyšetření chůze.....	35
	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>36</b>
<b>3</b>	<b>CÍLE A HYPOTÉZY.....</b>	<b>36</b>
3.1	Cíl práce .....	36
3.2	Výzkumná otázka a hypotézy.....	36
<b>4</b>	<b>METODIKA PRÁCE .....</b>	<b>37</b>
4.1	Charakteristika zkoumaného souboru.....	37
4.2	Průběh výzkumu .....	38
4.3	Statistické zpracování dat.....	39
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>40</b>
5.1	Výsledky k výzkumné otázce číslo 1 .....	40
<b>6</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>48</b>
6.1	Diskuze k výběru probandů.....	48
6.2	Diskuze k výsledkům výzkumu.....	49
6.3	Limity experimentu.....	54
6.4	Výstup pro klinickou praxi.....	55
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>69</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>70</b>

# ÚVOD

Obezita patří do skupiny civilizačních chorob. Slovo obezita není výraz pro nadměrnou hmotnost jedince. Jedná se o nahromadění tukové tkáně. Její výskyt je velmi vysoký, a to u osob všech věkových kategorií. Především v posledních letech dochází k vzestupu počtu obézních jedinců jak v České republice, tak také v ostatních zemích světa. Obezita se týká nejen dospělých lidí, ale také velkého počtu dětí a dospívajících. Výzkumy z posledních let ukázaly, že až 10 % školáků trpí obezitou nebo nadváhou. Tento fakt také patří k hlavním příčinám zvyšujícího se počtu jedinců trpících obezitou v dospělosti.

Vysoká tělesná hmotnost má velký podíl na vzniku řady závažných onemocnění, jako je například diabetes 2. typu, ischemická choroba srdeční, hypertenze, a mnoho dalších. Obezita má rovněž negativní vliv na pohybový systém člověka. Dochází k nadměrnému zatěžování kloubů a v důsledku toho se rozvíjí degenerativní onemocnění kloubů a páteře, především gonartróza a koxartróza.

Obezita je zpravidla způsobená nerovnováhou mezi energetickým příjmem a výdejem, kdy energetický příjem převyšuje výdej energie. Mezi důležité faktory podporující vznik obezity patří, kromě nevhodných stravovacích návyků, také nedostatečná fyzická aktivita a genetika. Jako nejvhodnější forma aktivity je obézním lidem doporučovaná obyčejná chůze. Pro člověka je to oblíbená, nenásilná, a především bezpečná forma cvičení, při které dochází ke značnému výdeji metabolické energie.

Chůze je základní lokomoční projev člověka, díky kterému se jedinec může přemisťovat z místa na místo. Krokový cyklus má dvě základní fáze – stojnou a švihovou, které jsou dále rozděleny na jednotlivé fáze. Chůze je v životě člověka velmi důležitá a její dostatek napomáhá snižovat riziko vzniku velkého množství onemocnění. Je však také důležitá kvalita chůze. Nesprávná chůze, kdy dochází k nadměrnému zatěžování určitých částí těla, může vést ke vzniku nežádoucích problémů.

Cílem této diplomové práce je porovnat dynamické parametry chůze u neobézních jedinců a jedinců trpících obezitou různého stupně. Probandi tedy byli rozděleni do dvou skupin – experimentální a kontrolní. K vyšetření chůze byla použita silová plošina.

Úvod teoretické části je věnován problematice týkající se obezity. Jsou zde uvedeny příčiny vzniku obezity, její základní dělení, komplikace a prevence vzniku obezity. Další část se zabývá možnostmi léčby obezity, a také poukazuje na vhodné pohybové aktivity pro jedince s obezitou. V závěru teoretické části je popsán krokový cyklus člověka a jsou zde uvedeny jednotlivé parametry charakterizující chůzi. V experimentální části je pak prakticky



zkoumán rozdíl v dynamických parametrech krokového cyklu obézních a neobézních jedinců, a to pomocí silové plošiny.

K vyhledávání odborných článků ke splnění cílů práce byly využívány elektronické informační zdroje Univerzity Palackého v Olomouci, a to zejména databáze EBSCO, Science Direct a PubMed. Pro vyhledávání v databázích byla použita tato klíčová slova: obezita, body mass index, chůze, krokový cyklus, dynamické parametry chůze, resp. jejich anglické ekvivalenty: obesity, body mass index, gait, gait cycle, dynamic gait parameters. Celkem bylo v databázích na základě klíčových slov vyhledáno 43 plnotextových článků v anglickém a českém jazyce bez duplicit. Dále bylo využíváno odborné literatury. Například byly použity knihy Základy klinické obezitologie, 2. vydání (Hainer et al., 2011), Klinická obezitológia (Krahulec et al., 2013), Human walking, 2<sup>nd</sup> edition (Rose a Gamble, 1994) a další. Vyhledávání bylo realizováno v čase od září 2018 do května 2019.

# PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

## 1 OBEZITA

Latinské slovo *obesus*, ze kterého bylo odvozeno slovo obezita, znamená tučný nebo také dobře živený. Obezita je metabolická choroba, která se v posledním tisíciletí stala nejčastěji vyskytovanou metabolickou nemocí. Je to dáno především změnami životního stylu a podmínek života. V dřívější době většina obyvatel zápolila s chudobou, a tedy s nedostatkem potravy, nikoli s jejím přebytkem. Avšak obezita jako taková, provází lidstvo již od dávné minulosti, kdy se tato choroba vyskytovala především u bohatších vrstev společnosti. Důkazem toho jsou například sochy či kresby z minulosti, na kterých se vyskytují především plnoštíhlé až obézní postavy (Hainer et al., 2011, p. 1).

Obezita není přímé synonymum pro nadměrnou hmotnost. Jedná se o zvýšené množství tukové tkáně v organismu (Ofei, 2005, p. 98). U žen se o obezitě hovoří tehdy, jestliže tuková tkáň tvoří 30 a více procent hmotnosti těla, u mužů 25 a více procent hmotnosti těla. V dětství a dospívání jsou tyto hodnoty odlišné, jelikož v organismu dochází k plynulým změnám množství tukové a svalové či kostní hmoty. Tělo dítěte v šestém měsíci po narození může být tvořeno až z 25 % tukovou tkání. Tyto hodnoty se postupně redukují, jelikož dochází ke zvyšování pohybové aktivity a také nárůstu množství aktivní svalové hmoty a kostní tkáně (Pastucha et al., 2011, p. 11).

Na regulaci příjmu potravy se podílejí centra v hypotalamu. Patří mezi ně nucleus arcuatus, ventromediální a laterální hypotalamus, dorzomediální, paraventriculární a suprachiasmatické jádro. Stojí zde proti sobě látky, které zvyšují, nebo naopak snižují chuť k jídlu (Svačina, 2000, pp. 48–49). Energetická bilance je udržována pomocí tzv. dlouhodobých a krátkodobých mechanismů. Funkcí dlouhodobých mechanismů je udržet po delší dobu poměrně stálou hmotnost těla. Naopak krátkodobé mechanismy způsobují krátkodobé výkyvy hmotnosti těla, které se opakují. Pro udržení energetické bilance je důležitá regulační zpětná vazba. Ta je tvořena senzorem kontrolujícím množství tukové tkáně v těle. Tento sensor je v lidském těle reprezentován množstvím leptinu, tedy hormonu syntetizovaného v buňkách tukové tkáně. Dále je zpětná vazba tvořena hypothalamickým centrem, které obsahuje receptory přijímající a vyhodnocující intenzitu signálu. Zpětnou vazbu pak zakončují efektorové systémy, které zajišťují katabolickou nebo anabolickou odpověď organismu (Poděbradská, 2011, p. 50).

## 1.1 Epidemiologie obezity

Výskyt obezity v posledních letech stále narůstá. Mnohdy je proto obezita označována již jako pandemie. V řadě zemí po celém světě tvoří až 30 % obyvatelstva jedinci s obezitou nebo nadváhou. Podle světové zdravotnické organizace (World Health Organisation – WHO) došlo od roku 1995 k nárůstu počtu obézních osob o téměř 500 milionů, kdy až 10 % obézních tvoří děti do 15 let (Hainer et al., 2011, p. 15). V posledních letech stále stoupá počet dětí a dospívajících, kteří trpí obezitou nebo nadváhou, a to v zemích po celém světě. Důvodem toho je především změna životního stylu, kdy dochází k přebírání zvyklostí západních zemí. Tedy nedostatečná fyzická aktivita a energeticky nevyvážená strava. Proto se problém s obezitou vyskytuje i v zemích, kde byl její výskyt téměř nulový (Pastucha et al., 2011, pp. 11–12; Adámková, 2009, p. 17).

## 1.2 Etiopatogeneze obezity

Obezita má multifaktoriální etiopatogenezi. Na jejím vzniku se podílí mnoho faktorů – genetické, nutriční, psychické, sociálně-ekonomické, a další (Adámková, 2009, p. 12).

Nejčastější příčinou vzniku obezity je porušení energetické rovnováhy, kdy energetický příjem je vyšší než energetický výdej. Mluví se o tzv. pozitivní energetické bilanci (Hruby a Hu, 2015, p. 678). Je rovněž důležité, jaké je zastoupení jednotlivých živin v přijímané potravě. Hlavní příčinou nadměrného energetického příjmu je zvýšený příjem **tuků**. Podíl tuků v potravě by neměl přesáhnout 30 % energetického příjmu, avšak tato hodnota je velmi často převyšena, především u starší populace. Tuky mají nízkou schopnost zasyčení, na rozdíl od bílkovin nebo sacharidů. To znamená, že pro dostatečné nasycení musí člověk přijmout větší množství tuků, než sacharidů či bílkovin. Ve srovnání s tuky, zvýšený příjem bílkovin, sacharidů, ani vlákniny se na vzniku obezity primárně nepodílí. Nejedná-li se o dlouhodobě trvající stav, nadměrný příjem **sacharidů** vede ke zvýšení jejich spalování. Jestliže se však jedná o déletrvající stav, pak jsou sacharidy již přeměňovány na tuky. **Bílkoviny** mají nízkou energetickou denzitu a zároveň nejvyšší schopnost zasyčení, proto nehrají primární roli u vzniku obezity. Vysoký přísun živočišných bílkovin tedy nezpůsobuje obezitu, avšak může být současně spojen s nadměrným příjmem živočišných tuků. Důležitou složkou potravy je také **vláknina**, která vyvolává pocit sytosti a zároveň také napomáhá snižovat hustotu potravy. Na vzniku obezity se pak rovněž podílí nadměrná konzumace alkoholu, který má vysoký energetický obsah (Hainer et al., 2011, pp. 75–77).

Důležité je nejen složení potravy, ale také frekvence jejího příjmu. Bylo prokázáno, že velké množství obézních jedinců pravidelně vynechává ranní a polední jídlo. Většinu potravy pak přijímají v odpoledních a pozdních večerních hodinách. Nedostatečný příjem potravy během dne vede k tzv. energetické úspornosti, která vede k rozvoji nadváhy, až obezity (Hainer et al., 2011, p. 78).

Dále můžou mít na vzniku obezity určitý podíl také genetické faktory. Jedinec může genetickou výbavou získat například neschopnost usměrnit chuť k jídlu, sníženou schopnost využívat tuky jako zdroj energie, naopak vyšší náklonnost k ukládání tuků, negativní vztah k pohybové aktivitě, a další (Hruby a Hu, 2015, pp. 678–679; Owen, 2012, pp. 14–15). Dalo by se říci, že ve skutečnosti mnoho lidí žije nesprávným způsobem – konzumují nadměrné množství nezdravé stravy a mají nedostatek pohybu, avšak ne všichni musí zpravidla trpět obezitou. Toto je určitým způsobem ovlivněno právě genetickými predispozicemi (Owen, 2012, pp. 14–15).

Mezi další rizikové faktory pro vznik obezity patří výskyt obezity v rodině, sociální a ekonomické podmínky (nedostatečný příjem, nižší vzdělání nebo také život na venkově), psychické problémy – deprese, stres, stavy úzkosti, a další (Hainer et al., 2011, p. 97).

K rizikovým obdobím pro vznik obezity se řadí prenatální období, kdy hrozí riziko vzniku viscerální obezity, diabetu 2. typu, hyperlipidemie a následně vzniku hypertenze v pozdějším věku. Dále pak zde patří období dospívání (hlavně u dívek), těhotenství a následné období či menopauza. V neposlední řadě je třeba zmínit odchod do důchodu, dlouhodobá onemocnění, úrazy či užívání určitých léků (Kunešová, 2004, p. 436–436).

### 1.3 Typy obezity

Rozlišují se dva základní typy obezity – **androidní** a **gynoidní**. Androidní typ obezity je charakteristický hlavně pro muže. Jedná se o nahromadění tuku především v oblasti pasu. Naproti tomu gynoidní typ obezity, také nazýván ženským typem obezity, se vyskytuje více u žen. Tento typ obezity je charakterizován nahromaděním tuku na hýždích a též na bocích. Gynoidní typ obezity není, na rozdíl od androidního typu, spojen se zvýšeným rizikem výskytu kardiovaskulárních onemocnění (Adámková, 2009, p. 18).

Podle příčiny je obezitu možné rozdělit na **primární** a **sekundární**. Na vzniku primární obezity se podílí především vliv psychických, sociálních a dědičných faktorů. Velký vliv na rozvoji primární obezity má taktéž výživa již v raném dětství, jelikož toto období je charakteristické stabilizací množství adipocytů. Nárůst množství tuku v pozdějším věku je dán právě zvětšováním těchto tukových buněk. Snižování hmotnosti, tedy regulace množství

tuku, je charakteristická zmenšováním adipocytů. Tyto buňky jsou však i poté stále náchylné k opětovnému naplnění tukem. Sekundární obezita, vyskytující se méně často (ve 3–5 %), doprovází některé typy onemocnění, jako je například Cushingův syndrom nebo hypotyreóza, tedy onemocnění endokrinního systému (Maruna in Nečas, 2000, p. 309).

Dle Hainera et al. (2011, p. 59) lze v současné době obezitu rozdělit do několika kategorií také z hlediska etiopatogeneze:

- **Běžná obezita** – jedná se o obezitu multifaktoriálně podmíněnou vyšší dědičnou náchylností k obezitogenním faktorům vnějšího prostředí. Na celkovém výskytu obezity se podílí až v 90 %.
- **Obezita navozená léky** – tento typ obezity se v dnešní době vyskytuje čím dál častěji, a to z důvodu vyšší preskripce léků ovlivňujících regulaci hmotnosti těla nebo adipogenezi v tukové tkáni.
- **Obezita endokrinně podmíněná** – provází některá onemocnění, jako je např. Cushingův syndrom nebo hypotyreóza, její výskyt je však poměrně vzácný.
- **Monogenní obezity** – jejich vznik je podmíněn mutací jednoho genu – nejčastěji postihuje regulační leptin. Charakteristickým rysem je těžká obezita již v raném dětském věku. Výskyt těchto onemocnění je však velmi vzácný.
- **Syndromy provázené obezitou** – jedná se o poměrně vzácná dědičná onemocnění, která jsou provázena charakteristickými vrozenými vadami.
- **Obezita podmíněná jinými patogenetickými faktory** – nedostatečná doba spánku, cílený výběr partnerů nebo také adenovirové infekce.

## 1.4 Vyšetření v obezitologii

Základem vyšetření v obezitologii je podrobné vstupní vyšetření, dále pak stanovení složení těla (množství tukové a beztukové tkáně), a také přesné rozložení tukové tkáně v těle (Kunešová et al., 2016, p. 9).

### 1.4.1 Vstupní vyšetření

Do vstupního vyšetření se řadí odběr anamnézy, fyzikální vyšetření a laboratorní metody (Kunešová et al., 2016, p. 9).

Mezi základní informace, které je potřeba při odběru **anamnézy** zjistit, patří výskyt obezity v rodině, jak se vyvíjela hmotnost jedince v průběhu života, zda se u něj vyskytovaly velké váhové výkyvy, a také období, kdy došlo k rozvoji obezity. Dále je potřeba zjistit jídelní

zvyklosti, přítomnost zdravotních komplikací, vztah jedince k pohybovým aktivitám, a další (Hainer et al., 2011, p. 153).

V rámci **fyzikálního vyšetření** se zjišťuje výška a hmotnost jedince, obvod pasu, krevní tlak a pulz. U většiny obézních jedinců je zároveň přítomno minimálně jedno onemocnění, které souvisí s obezitou. Proto je zapotřebí provést potřebná vyšetření sloužící k diagnóze těchto komplikací (Krahulec et al., 2013, p. 91).

Důležitou složkou vyšetření jsou **laboratorní metody**. Ty obsahují vyšetření související s komplikacemi obezity, a zahrnují také vyšetření potřebná pro určení příčin sekundární obezity (Hainer et al., 2011, p. 153).

#### **1.4.2 Index tělesné hmotnosti (BMI)**

V klinické praxi se v současné době pro klasifikaci obezity využívá nejčastěji index tělesné hmotnosti, tzv. body mass index – BMI (Krahulec et al., 2013, p. 89). Hodnota BMI se vypočítá pomocí vzorce – váha (kg)/výška (m)<sup>2</sup>. Pomocí BMI indexu však nelze stanovit procentuální podíl tělesného tuku v těle, ani jeho přesné rozložení. Tyto informace jsou však důležité pro zhodnocení rizika vzniku závažných zdravotních komplikací (Nuttall, 2015, pp. 119–120). Na tento problém ve studii poukázali také Brandon a Proctor (2008, pp. 2–4), kteří porovnávali složení těla u mužů a žen středního věku pomocí body mass indexu a duální rentgenová absorpciometrie (DEXA). Výsledky ukázaly, že dle hodnoty BMI ženy patřily do populace s normální váhou, avšak duální rentgenová absorpciometrie následně prokázala vysoké množství tělesného tuku, což by mohlo mít za následek vznik zdravotních komplikací. Naopak u mužů ukazovala hodnota BMI na nadváhu či obezitu a dle rentgenové absorpciometrie měli v těle také nadprůměrné množství tělesného tuku. To dokazuje, že je zapotřebí vyvinout klasifikace specifické pro muže a pro ženy.

Dle Kunešové et al. (2016, p. 9) se jedinci dle BMI dělí do šesti základních kategorií. Jednotlivé kategorie a výška zdravotního rizika je zmíněna v tabulce vydané WHO (viz tabulka 1, p. 15). Obezita 3. stupně je také někdy nazývána jako monstrózní obezita. Do této kategorie patří osoby s BMI v rozsahu 40,0–49,9 kg/m<sup>2</sup>. U jedinců s BMI > 50 se pak mluví o tzv. superobezitě. Tito jedinci jsou vysoce ohroženi vznikem respiračních problémů nebo závažných mechanických komplikací v důsledku obrovské hmotnosti (Sucharda, 2008).

**Tabulka 1** Kategorie BMI a zdravotní riziko (Kunešová et al., 2016, p. 9)

BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Kategorie	Zdravotní riziko
<18,5	Podváha	Zvýšené
18,5-24,9	Normální rozmezí	Minimální
25,0-29,9	Nadváha	Zvýšené
30,0-34,9	Obezita 1. stupně	Vysoké
35,0-39,9	Obezita 2. stupně	Vysoké
> 40	Obezita 3. stupně	Velmi vysoké

### 1.4.3 Vyšetření složení těla

Na základě vyšetření složení těla je určeno množství tukové tělesné hmoty, beztukové tkáně, kostních materiálů, vody, a dalších složek. O obezitě se hovoří tehdy, je-li obsah tukové tkáně u žen  $\geq 30\%$  a u mužů  $\geq 25\%$  (Hainer et al., 2011, p. 156).

#### *Antropometrie*

Jedná se o nejjednodušší metodu sloužící ke stanovení množství tukové tkáně v těle. K tomuto vyšetření se používají různé typy kaliperů, dle metody měření (Bestův kaliper, Harpendenský kaliper, Holtainův kaliper). Je definováno celkem deset kožních řas na trupu a na končetinách, kde se měření provádí (Hainer et al., 2011, p. 156). Nejčastěji jsou však měřeny 4 základní řasy – subskapulární, suprailické, řasy nad m. biceps brachii a m. triceps brachii. Naměřené hodnoty jsou následně sečteny a porovnávány s hodnotami v tabulkách. (Krahulec et al., 2013, p. 92). Cílem kaliperace je zjistit poměr centrálních a periferních řas. K orientačnímu vyšetření se nejčastěji využívá poměr subskapulární řasy a řasy nad m. triceps brachii – tzv. index centrality. Lze však také použít poměr jiných centrálních a periferních řas. (Kunešová et al., 2016, p. 12).

### *Bioelektrická impedance (BIA)*

Bioelektrická impedance pracuje na principu určení odporu těla, kterým prochází elektrický proud. Jedná se o proud vysoké frekvence, ale nízké intenzity. Odpor elektrického proudu je závislý na množství tuku v těle – čím více tukové hmoty, tím větší odpor (Krahulec et al., 2013, p. 92). Rozmanitost používaných přístrojů je velká. Liší se způsobem umístění elektrod, mezi kterými prochází proud. Rozložení elektrod může být například bipedální (na ploskách nohou nášlapné váhy), bimanuální (na madlech), a další (Hainer et al., 2011, p. 156). Nevýhodou této metody je závislost na hydrataci jedince. U dehydratovaného člověka vychází větší podíl tukové tkáně, což ve skutečnosti nemusí být pravda. Mezi výhody patří cena, a také časová a technická náročnost (Krahulec et al., 2013, p. 92).

### *Referenční metody*

Do této skupiny používaných metod patří hydrodenzitometrie, pletysmografie, duální rentgenová absorpciometrie a izotopové metody. **Hydrodenzitometrie**, neboli vážení pod vodou, je poměrně stará metoda, která se v dnešní době již moc nepoužívá. Jedná se o metodu sloužící k výpočtu hustoty těla, na základě vážení jedince pod vodou (s ponořenou hlavou, ve výdechu). Způsob měření vychází z Archimédova zákona (Kunešová et al., 2016, p. 11). **Pletysmografie** je využívána především u dětí, jelikož není potřebná přesná spolupráce. Princip měření je podobný jako u hydrodenzitometrie, cílem je tedy stanovit denzitu těla. Ta je vypočtena z rozdílu objemu vzduchu v místnosti a objemu těla. Měření probíhá v hermeticky uzavřeném prostoru vyplněném vzduchem (Hainer et al., 2011, p. 159). **Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA)** využívá prostupnost RTG záření o dvou odlišných energiích různými tkáněmi. Množství tukové tkáně je stanoveno na základě odlišné absorpce těchto záření tkáněmi. Výhodou je přesnost měření, avšak časová a prostorová náročnost je velká. Proto se DEXA využívá jen ve specializovaných centrech. Další nevýhodou je omezenost skenovaným polem. Vysoce obézní jedinci totiž mohou toto pole přesáhnout, a měření tak nelze přesně provést. Výsledky by mohly být zkresleny (Kunešová et al., 2016, p. 11).

**Další metody** patřící do této skupiny jsou poměrně časově i přístrojově náročné. Patří zde například měření přirozeného izotopu draslíku  $^{40}\text{K}$ , celotělová uhlíková metoda nebo počítačová tomografie (CT) a nukleární rezonance (NMR) (Hainer et al., 2011, p. 160).



#### 1.4.4 Metody měření rozložení tukové tkáně

Tato vyšetření jsou velmi důležitá pro stanovení rizika vzniku komplikací u daného jedince. Rozložení tuku v těle ovlivňuje riziko vzniku oběhových a metabolických komplikací obezity (Hainer et al., 2011, p. 160).

##### *Antropometrické metody*

Nejčastěji využívanou metodou je měření **obvodu pasu**. Obvod pasu se měří mezi hřebenem kosti kyčelní a žeberním obloukem, přesně v polovině této vzdálenosti. Tato metoda je důležitá především ke stanovení rizika vzniku zdravotních komplikací spojených s obezitou (Ofei, 2005, pp. 98–99). Zvýšené riziko je u mužů, jejichž obvod pasu je 94 cm a více, u žen 80 cm a více. Za velmi rizikové se považuje obvod pasu  $\geq 102$  cm u mužů, a  $\geq 88$  cm u žen (Owen, 2012, p. 20). Dále zde patří také měření **obvodu boků** – měří se v místě maximálního vyklenutí gluteální krajiny. Méně často se používají poměry – nejčastěji pas/boky (WHR index) nebo pas/výška. Poměr **pas/boky** by u mužů neměl překročit hodnotu 1, u žen hodnotu 0,85. Hraniční hodnota poměr **pas/výška** je 0,4–0,5, za rizikové je považován výsledek 0,6 a více. Dále do skupiny antropometrických metod patří poměr subskapulární řasy a řasy nad tricepsem (index centralizace) a sagitální abdominální rozměr (ABD) měřený pelvimetrem (Hainer et al., 2011, p. 163).

##### *Referenční metody*

Pro přesné určení množství centrálního tuku (tuk v oblasti břicha) se využívá **DEXA**. Dále lze pomocí **výpočetní tomografie** (CT) nebo **magnetické rezonance** (MR) stanovit obsah intraabdominálního, případně viscerálního tuku. Tyto metody se však většinou využívají jen při velmi podrobném vyšetření, nebo například u výzkumných studií. Nevýhodou je vysoká cena zařízení a také expozice RTG záření (Fried, 2005, p. 110).

#### 1.5 Zdravotní rizika obezity

Existuje řada onemocnění, která vznikají v důsledku zvýšené tělesné hmotnosti člověka. Ať už se jedná o jedince s nadváhou nebo obezitou různého stupně. Tyto nemoci snižují kvalitu života a zároveň způsobují vysokou mortalitu. S nadsázkou by se dalo říci, že neexistuje nemoc, kterou by obézní člověk nemohl mít (Kunešová et al., 2016, p. 17). Důsledky obezity mohou být dalekosáhlé. U obézní populace je vysoce zvýšené riziko vzniku diabetu II. typu, hypertenze, kardiovaskulárních onemocnění, onemocnění jater, muskuloskeletárních problému, a mnohých dalších (Ata et al., 2018, p. 406).

### 1.5.1 Metabolický syndrom

Metabolický syndrom je charakterizovaný výskytem řady rizikových faktorů pro diabetes mellitus 2. typu a kardiovaskulární onemocnění. Mezi tyto rizikové faktory se řadí dysglykémie, hypertenze, zvýšená hladina triglyceridů, nízké hladiny HDL cholesterolu a obezita (abdominální) (Svačina et al., 2011, p. 11). Výskyt metabolického syndromu se stále zvyšuje, a to globálně v celém světě. Důvodem je především sedavý životní styl a s tím rostoucí výskyt obezity. Definice metabolického syndromu prošla během let řadou změn. Nakonec byla stanovena tzv. harmonizovaná definice metabolického syndromu, kdy musí být splněny 3 z následujících 5 kritérií (Eckel et al., 2009, pp. 1640–1642):

- zvětšený obvod pasu (specifické pro populace země) – u Evropské populace  $\geq 94$  cm u mužů,  $\geq 80$  cm u žen
- zvýšené triacylglyceroly  $\geq 1,7$  mmol/l nebo medikamentózní léčba zvýšené hladiny triacylglycerolů
- snížený HDL cholesterol  $<1,0$  mmol/l u mužů,  $1,3$  mmol/l u žen nebo medikamentózní léčba nízkého HDL cholesterolu
- systolický TK  $\geq 130$  mm Hg a/nebo diastolický TK  $\geq 85$  mm Hg nebo medikamentózní léčba hypertenze
- glykémie nalačno  $\geq 5,6$  mmol/l nebo léčba hyperglykémie

### 1.5.2 Kardiovaskulární komplikace

Kardiovaskulární komplikace se vyskytují často již u pacientů s nadváhou, a jsou také jedním z hlavních důvodů zvýšené mortality u obézních jedinců nebo jedinců s nadváhou (Hainer et al., 2011, p. 42).

Jednou z nejčastějších a nejzávažnějších kardiovaskulárních komplikací je **ateroskleróza**. Jedná se o onemocnění charakterizované ukládáním tuků do velkých tepen, kdy dochází ke vzniku tzv. aterosklerotických plátů. Ty vznikají u každého člověka v průběhu života v důsledku stárnutí, avšak rychlost jejich progresu určuje přítomnost rizikových faktorů, kdy jedním z hlavních faktorů je právě obezita. Ateroskleróza je doprovázena řadou komplikací, z nichž nejčastější a nejzávažnější jsou cévní mozkové příhody a ischemické choroby srdeční (Lusis, 2000, pp. 233–241). K dalším závažným kardiovaskulárním komplikacím patří například žilní trombóza, tromboembolická nemoc, poruchy srdečního rytmu a srdeční selhání (Kunešová et al., 2016, pp. 20–21). Bylo prokázáno, že vyšší index tělesné hmotnosti znamená častější výskyt srdečního selhání. V rámci studie bylo zjištěno, že

u 11 % mužů a 14 % žen došlo k srdečnímu selhání v důsledku výskytu obezity (Kenchaiyah et al., 2002, pp. 305–312).

### **1.5.3 Mechanické komplikace**

Mechanické komplikace vznikají jako přímý následek vysoké tělesné hmotnosti jedince, kdy dochází k nadměrnému zatěžování pohybového aparátu. Zvýšená tělesná hmotnost a obezita mají negativní vliv nejen na klouby, ale také na celý muskuloskeletální systém. Nepochází tedy jen k přetěžování samotných nosných kloubů, ale rovněž šlach, fascií a chrupavek (Anandacoomarasamy et al., 2008, p. 211). K nejčastějším mechanickým komplikacím obezity patří **osteoartróza**. Jedná se o degenerativní onemocnění, kterým trpí téměř 40 % populace starší 70 let. Osteoartróza poškozují celý kloub, tzn. kosti, svaly, ligamenta i synovii. Toto onemocnění může zasáhnout kterýkoliv kloub na těle. Nejčastěji však bývají postiženy velké nosné klouby (kyčelní kloub, kolenní kloub), páteř a drobné klouby na ruce. Dále do této skupiny komplikací patří například osteoporóza, dna, vertebrogenní algický syndrom, a další. Aby došlo k redukci mechanických komplikací, je potřeba výrazně snížit tělesnou hmotnost člověka (Krahulec et al., 2013, pp. 241–245; Pottie et al., 2006, p. 1403).

### **1.5.4 Onemocnění ledvin**

Až 70 % selhání ledvin je zapříčiněno výskytem obezity u daného jedince. Obezita patří k významným rizikovým faktorům diabetu i hypertenze, a právě tyto komplikace způsobují selhání ledvin. Obezita jako taková je však odpovědná rovněž za chronické selhání ledvin. Riziko výskytu chronického selhání ledvin je u osob s obezitou 3. stupně až dvojnásobné ve srovnání s jedinci s normální hmotností. Mezi další onemocnění ledvin vznikající v důsledku vysoké hmotnosti patří nefrolitiáza neboli tvorba ledvinových kamenů (Kunešová et al., 2016, p. 21).

### **1.5.5 Syndrom spánkové apnoe**

Syndrom spánkové apnoe je charakterizován zástavami dechu ve spánku, trvajících minimálně deset sekund a opakujících se alespoň 5krát za hodinu spánku. Rozlišují se tři formy spánkové apnoe – obstrukční, centrální a smíšená. Obstrukční spánkové apnoe je způsobenou obstrukcí v horních cestách dýchacích, kdy dechové úsilí je zachováno. Naopak u centrální formy tohoto syndromy již dechové úsilí není přítomno. Smíšená forma začíná jako centrální, ale končí jako obstrukční forma. Příčiny vyvolávající spánkové apnoe mohou

být různé, avšak obezita je nejvýznamnější rizikový faktor pro vznik obstrukční spánkové apnoe. Přestože onemocnění souvisí se spánkem, jeho následky přetrvávají také v bdělém stavu. Klinicky se projevuje chrápáním s apnoickými pauzami během spánku, nadměrnou denní spavostí, únavou, pocitem suchosti v ústech a krku nebo také bolestmi hlavy. Následně dochází k poruše pozornosti, snížení intelektuálních schopností a také ke zhoršení pracovního výkonu. To všechno může vést k rozvoji depresivních stavů, proto je zapotřebí toto onemocnění včas řešit (Hobzová, 2010, pp. 148–149).

### 1.5.6 Psychosociální komplikace

Obezita má negativní vliv na psychiku člověka, ať už dospělého nebo dítěte. Po psychické stránce má dopad zejména na vytvoření nízkého sebevědomí člověka. Obézní děti bývají často slovně napadány svým okolím, mívají horší prospěch ve škole a často i problémy s úspěšným dokončením studií. To všechno má za následek ztrátu sebedůvěry, pocit osamělosti a rovněž větší nervozitu, což může vést k rozvoji neurologických a jiných problémů v dospělosti. Dospělí obézní lidé mají naopak problémy v pracovním procesu, ať už při výběrových řízeních nebo určování výše platu a pracovního zařazení. Obezita má negativní vliv také na mezilidské vztahy. Lidé se za svou postavu stydí, proto se vyhýbají společenským akcím a zůstávají osamoceni. U obézních lidí bylo prokázáno mnohem vyšší riziko spáchání sebevraždy a také častější výskyt psychiatrických nemocí. K těm patří například psychózy, úzkostné poruchy nebo deprese (Vítek, 2008, p. 55).

### 1.5.7 Jiná onemocnění

Obezita působí nepříznivě na řadu dalších tělesných soustav a způsobuje mnoho nepříjemných komplikací (Kunešová et al., 2016, p. 22).

V posledních letech byla prokázána souvislost obezity s rozvojem **nádorového onemocnění**. Obezita zvyšuje riziko vzniku nádorů s hormonální závislostí, jako je kolorektální karcinom, karcinom prsu, vaječnicků, endometria či prostaty. Dále pak má obezita pozitivní vliv na vznik lymfomu, karcinomu ledvin, a dalších. Za zmínku stojí rovněž nadměrné zatížení **dýchací a trávicí soustavy**, kdy v důsledku zvýšené nadváhy dochází k rozvoji řady nepříjemných komplikací. Také gastroezofageální reflux a jeho komplikace se častěji vyskytují u obézních jedinců. K závažným komplikacím patří v neposlední řadě výskyt gynekologických problémů, kožních problémů nebo častější výskyt úrazů a následné problémy při dlouhodobé imobilizaci (Kunešová et al., 2016, pp. 21–22).

Han, Lee a Park (2005, pp. 36–38) v rámci své studie prokázali negativní vliv abdominální obezity také na vznik stresové inkontinence moči. Vlivem zvýšeného množství tuku v oblasti břicha totiž dochází ke zvyšování intraabdominálních tlaků. Ty následně tlačí na pánevní dno, a to může vést k rozvoji stresové inkontinence moči. Toto onemocnění snižuje celkovou kvalitu života daného člověka, který ztrácí nezávislost, může mít problémy v práci, vyhýbá se společenským akcím, a mnohé jiné. Následně může dojít rovněž k rozvoji depresivních stavů. Proto je zapotřebí tuhle situaci řešit a dělat vše pro zabránění jejího vzniku.

## **1.6 Léčba obezity**

Základem při léčbě obezity je komplexní přístup. Vzhledem k tomu, že obezita je chronické onemocnění, její léčba bývá dlouhodobá a mnohdy také velmi psychicky i fyzicky náročná. Důležitý základ léčby tvoří změna životního stylu a jeho dodržování i po redukci váhy na požadovanou hodnotu. Hlavním cílem léčby není pouze redukce hmotnosti, ale především snížení rizika vzniku zdravotních komplikací. Obezitu lze ovlivnit třemi základními přístupy – nefarmakologickou terapií, farmakologickou léčbou, a nakonec chirurgickou léčbou (Braunerová a Hainer; 2010, p. 20).

### **1.6.1 Nefarmakologická léčba**

Základem snížení množství tělesného tuku je dosažení rovnoměrného poměru mezi příjmem a výdejem energie. Proto je důležité změnit jídelní návyky obézního jedince. To znamená především omezit množství přijímaného cukru nebo tučných potravin, a naopak zvýšit příjem ovoce, zeleniny a vlákniny. Důležitou roli hrají také nápoje. Je potřeba dát přednost neslazeným, případně jen mírně slazeným nápojům, nejlépe například stolní vodě a čajům (Adámková, 2009, p. 21). Dietní opatření by měla být vždy individuální a sestavena nejlépe s pomocí praktického lékaře či dietologa. Ti by měli vycházet z jídelníčku konkrétního člověka, který zaznamenával svou celodenní stravu. Měli by jej upozornit na změny týkající se množství, ale také složení potravy. Důležité je sestavit jídelníček s potravinami, které pacient preferuje. Tyto změny jsou pro člověka velmi náročné, proto by měly probíhat pozvolně. Úprava jídelních zvyklostí u obézní populace by měla být zaměřená také na prevenci diabetu II. typu (Hlúbik, 2014, p. 6).

Nedílnou součástí nefarmakologické léčby je dostatečná fyzická aktivita. Jejím cílem by mělo být omezení sedavého způsobu života a zvýšení denních aktivit, jako je procházka, jízda na kole nebo třeba jízda na rotopedu. Je důležité, aby byla fyzická aktivita prováděna

pravidelně, nejlépe 4-5 x týdně po dobu 30–45 minut. Intenzita zátěže by měla být rovna 60–70 % maximální tepové frekvence. Tu si lze orientačně vypočítat ze vzorce  $220 - \text{věk}$  (Hlúbik, 2014, p. 6). Bylo prokázáno, že spojení vhodné pohybové aktivity s úpravou stravovacích návyků má výraznější účinky než samostatná dieta. Vlivem fyzické aktivity dochází k efektivnějšímu spalování tuků. Výsledný efekt konkrétní aktivity je závislý na její frekvenci, a rovněž době trvání (Rippe a Hess, 1998, p. 32). Mezi vhodné aktivity u obézních jedinců se řadí obyčejná chůze, jízda na kole, jízda na rotopedu, plavání nebo také nordicwalking. Jedná se o aktivity, u kterých dochází k rovnoměrnému zatěžování kloubů. Naopak mezi nevhodné aktivity patří takové, které nadměrně zatěžují plicní, kardiovaskulární nebo pohybový aparát. Může se jednat například o běh nebo aktivity, během kterých dochází k rychlým změnám směru (tenis, basketbal, a jiné) (Owen, 2012, pp. 24–26).

Haapanen et al. (1997, pp. 289–292) ve své studii poukázali na důležitost fyzické aktivity jako prevence nárůstu hmotnosti. Výzkum probíhal po dobu deseti let. Vědci vytvořili tři skupiny účastníků dle jejich fyzické aktivity v průběhu daných deseti let. Jedna skupina měla pravidelnou fyzickou aktivitu, druhá skupina pravidelně nevykonávala žádnou aktivitu, ale alespoň jednou za týden se určité činnosti věnovala. Třetí skupina vykonávala fyzickou aktivitu alespoň 1/rok, poslední skupina pravidelně nevykonávala celých deset let téměř žádnou fyzicky náročnou aktivitu. Výsledky ukazují nárůst hmotnosti u třetí i čtvrté skupiny. Naopak první dvě skupiny si svou váhu udržely nebo dokonce snížili svou hmotnost.

Důležitou úlohu hraje také psychika člověka. Vznik obezity bývá často spojen s přejídáním v důsledku psychických problémů. Může se jednat o ztrátu někoho blízkého, ztrátu zaměstnání, a mnoho dalšího. Je proto důležité zjistit přesné příčiny vedoucí k nárůstu hmotnosti, případně doporučit pomoc psychologa (Owen, 2012, p. 28).

## **1.6.2 Farmakologická léčba**

Farmakoterapie se využívá tehdy, jestliže jedinec není schopen snížit a udržet svou hmotnost, navzdory změně životního stylu. Je tedy součástí komplexní péče u jedince trpícího obezitou (Krahulec et al., 2013, p. 132). Terapie léky je indikována u všech pacientů, jejichž BMI  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  nebo mají-li BMI nad  $25 \text{ kg/m}^2$  a zároveň jsou u nich přítomny komplikace, například diabetes mellitus II. typu nebo hypertenze. Je však důležité vždy zvážit, zda konkrétní lék není u daného člověka kontraindikován v důsledku výskytu některé z komplikací obezity. Využívají se léky snižující chuť k jídlu (anorektika) nebo léky blokující vstřebávání tuku z trávicího traktu (Hlavatý, 2009, p. 172). U diabetiků je možné využít také

antidiabetika, která usnadňují redukci hmotnosti. Dále se využívá přírodní vláknina, která v žaludku nabobtná, a tím dochází k navození pocitu sytosti (Hlúbik, 2014, pp. 6–7).

### 1.6.3 Chirurgická léčba

Chirurgická léčba obezity zaznamenala během posledních několika let velký rozvoj. Její účinnost je tedy poměrně vysoká. Největší efekt bývá u jedinců se 3. stupněm obezity nebo jedinců se 2. stupněm, u kterých jsou přítomny další komplikace. Důležitým přínosem chirurgické léčby je snížení úmrtnosti a též rozvoje dalších chorob spojených s obezitou. Zároveň tedy dochází ke snížení celkových nároků na zdravotní péči. Úspěch chirurgické léčby však velmi závisí na spolupráci pacienta po operaci (Kasalický, 2011, p. 30).

Výkony bariatrické léčby se dělí do dvou základních skupin – restriční výkony a malabsorbční výkony. V České republice se nejvíce využívají **výkony restriční**. Jejich principem je snížit objem přijímané potravy. K těmto výkonům se řadí gastrická bandáž (LAGB), laparoskopická tubulizace žaludku (SG) a laparoskopická gastroplikace (LGCP). Základem **malabsorpčních výkonů** je vyloučit část trávicího traktu z činnosti, což vede k nedokonalosti vstřebávání živin. Do této skupiny výkonů patří biliopankreatická diverze (BPD). Přejechod mezi restikčními a malabsorpčními výkony tvoří tzv. Roux-en-Y gastrický bypass (Owen, 2012, pp. 45–46).

Chirurgická terapie má řadu kontraindikací. Patří mezi ně například závislost na alkoholu, drogová závislost, nemoc ohrožující život nebo nedošlo-li zatím k žádné obezitologické léčbě (Hlúbik, 2014, p. 8).

Gloy et al (2013, pp. 2–6) provedli výzkum, ve kterém na základě porovnávání výsledků z mnoha různých studií zjišťovali, zda má lepší výsledky chirurgická nebo konzervativní léčba obezity. V rámci své studie porovnávali všechny výzkumy, týkající se tohoto tématu, provedené do prosince roku 2012. Výsledky ukázaly, že při srovnání konzervativní léčby s chirurgickou, dochází k většímu úbytku tělesné hmotnosti, a také k vyššímu stupni remise metabolického syndromu a diabetu 2. typu. K nejčastějším nežádoucím účinkům bariatrické léčby se řadí především anémie z nedostatku železa. Některé ze studií, ne však mnoho, se zabývalo také kvalitou života této populace. Výsledky ukázaly, že po chirurgickém zásahu se kvalita života zlepšila. Výsledky této studie jsou však omezené jen na určité období, tedy na malé množství studií a probandů.

## 2 CHŮZE

Chůze je základní lokomoční projev člověka. Lokomoce je charakterizovaná přesunem těla z určitého místa na jiné, tedy i přenosem těžiště těla. Mezi další formy lokomoce patří například lezení, plazení, plížení, běh, a další. Klasická bipedální chůze je však nejvíce využívaný typ lokomoce. Přesná definice chůze se liší dle jednotlivých autorů. Například Gross (2005, p. 556) definuje chůzi jako formu lokomoce umožňující dopředný pohyb těla prostorem, během kterého těžiště opisuje sinusoidu ve vertikální i horizontální rovině s velmi malou amplitudou. Kirtley (2006, p. 150) uvádí, že chůze je způsob lokomoce charakteristický střídáním období zatěžování a nezatěžování dolní končetiny. Lidé chůzi využívají každodenně při běžných denních činnostech, ale také v zaměstnání. Aby byla chůze bezpečná a stabilní, je potřeba udržet vzpřímenou polohu těla nejen v klidu, ale také v pohybu. Na udržení této stability se podílí především CNS (Véle, 2006, p. 347).

První prvky lokomoce se objevují již v raném stádiu života. Jako první dochází u dítěte k plazení v poloze na břicho. Dítě pomocí opory o lokty posouvá trup směrem dopředu, dolní končetiny se do této činnosti téměř nezapojují. Tento pohyb poměrně brzy přechází v plížení. Během plížení se dítě opírá o trup již minimálně a dochází také k pohybové aktivitě na dolních končetinách. Pohyb plížením je tak rychlejší. Dalším stupněm lokomoce je pak lezení. Do tohoto pohybu jsou aktivně zapojeny všechny končetiny a trup již není v kontaktu s podložkou. Místa, která zůstávají v kontaktu s podložkou, jsou obě kolena a ruce. CNS ještě není schopno udržet vertikální polohu, proto je upřednostňována chůze po čtyřech. Schopnost udržet vzpřímenou polohu těla ve stoji dítě získává v pozdější fázi vývoje (Véle, 2006, pp. 347–348).

Charakter a rytmus chůze je u každého jedince individuální. Přestože je chůze řízená programově z CNS, detaily pohybu jednotlivých částí těla jsou odlišné a specifické pro konkrétního člověka. Proto lze osobu identifikovat již podle charakteru její chůze. Chůze je také ovlivněna působením vnitřních a zevních faktorů. Mezi zevní faktory mající vliv na chůzi patří například kvalita opory (ledová plocha, voda) nebo odpor prostředí, např. vítr. Mechanismus chůze je rovněž ovlivněn výškou člověka. Pro vyšší jedince jsou charakteristické delší kroky a menší frekvence kroků. Naopak u jedinců menší výšky je frekvence kroků větší, ale kroky jsou kratší. Odlišná rychlost chůze má také vliv na tělesnou soustavu člověka. Zatímco u pomalejší chůze je zatěžován více posturální systém a méně systém kardiovaskulární, u rychlejší chůze je tomu naopak (Rose a Gamble, 1994, pp. 3–4; Véle, 2006, p. 353).



Gage (1991, p. 98) rozděluje chůzi na pět základních znaků, mezi které patří:

- stabilita ve stoji
- uvolnění dolní končetiny v průběhu letové fáze
- přiměřená délka švihové fáze
- optimální délka kroku
- minimalizace výdeje energie

Vaughan, Davis a O'Connor (1992, p. 25) poukazují na nutnou přítomnost dvou základních podmínek, které jsou nezbytné pro provedení bipedální lokomoce:

- neustálé působení reakční síly na chodidlo pro zajištění opory
- periodický pohyb obou chodidel z jednoho místa opory k dalšímu

Dle Perry a Burnfielda (2010, p. 9) mezi základní předpoklady nezbytné pro chůzi patří především **stabilita ve stojné fázi** (ta je neustále narušována dvěma faktory – polohou těžiště ležícího vysoko nad bází opory a neustále se střídající pozicí jednotlivých segmentů těla při chůzi), **progrese těla směrem vpřed** (chůze je řízený pád, ve kterém tělo padá vpřed ze stabilní pozice, která je zajištěna stojnou dolní končetinou, na druhostrannou dolní končetinu) a **zachování energie**.

## 2.1 Terminologie chůze

Chůze patří mezi komplexní pohyby. Aby byla pochopena jako celek, je potřeba znát její jednotlivé části a jejich charakteristiku (Whittle, 2007, p. 56).

Mezi základní parametry chůze patří:

- rytmus (cadence) = počet kroků za minutu
- doba krokového cyklu (cycle time)
- délka kroku (step length) = vzdálenost bodů na chodidlech během dvouoporové fáze (obvykle na patách)
- rychlost (speed) = vyjadřuje se poměrem vzdálenosti k času

Všechny tyto parametry se mohou v důsledku jakéhokoliv handicapu měnit. Na charakteru chůze má rovněž významný vliv pohlaví a věk (Whittle, 2007, p. 56).

## 2.2 Centrální mechanismy řízení chůze

Dříve se předpokládalo, že všechny rytmické lokomoční pohyby (flexe končetiny směřující vpřed, je následována její extenzí směřující vzad), jsou konečným výsledkem opakujícího se řetězce reflexních dějů, jejichž centra se nachází ve spinální míše. Z tohoto vyplývá, že lokomoce je udržována opakující se aktivací flexorů a extensorů z proprioreceptorů. Vyšší centra nervové soustavy vyšlou povel motoneuronům ke stahu flexorů, svalová vřeténka zaznamenají kontrakci extensorů a posléze vyšlou informaci do míchy. Poté dojde ke stahu extensorů a relaxaci flexorů prostřednictvím reciproční inervace. Stahem v extensorech dojde k podráždění svalových vřetének ve flexorech. Posléze se celý tento cyklus opakuje. Novější studie však poukazují na fakta, že rytmická reciproční aktivita antagonistických svalových skupin, která je potřebná pro lokomoční pohyby, může probíhat i bez zpětnovazebné signalizace z periferie. Základní předpoklad je spuštění předem připraveného vzorce neuronální aktivity, ten je označován jako centrální motorický program. Tento program je zakódován v paměti neuronální sítě, ta je označována jako generátor vzorce pohybu. Generátory lokomočního pohybu se nacházejí ve spinální míše, pro každou končetinu zvlášť. Při současné činnosti všech končetin je aktivita těchto generátorů vzájemně koordinována. Jejich aktivace je signálem, který vychází z mesencefalické lokomoční oblasti. Takto je nazývána oblast retikulární formace středního mozku. Toto centrum určuje také typ lokomočního pohybu, tzn., zda se bude jednat o běh, chůzi nebo například cval. Přestože lokomoce není primárně reflexního původu, přísun informací z proprioreceptorů končetin je velmi důležitý. Dojde-li k poškození zadních míšních kořenů, a tím k poškození aferentní signalizace, lokomoční pohyby bývají zpomalené. Jejím úkolem je tak upravit motorický program tak, aby byl pohyb zkoordinován s terénem, po kterém se jedinec pohybuje (Králiček, 2011, p. 141).

## 2.3 Krokový cyklus

Chůze je cyklická pohybová činnost, jejíž základ tvoří krokový cyklus. Krokový cyklus začíná dopadem paty jedné dolní končetiny a končí dopadem paty téže dolní končetiny. Je rozdělen na dvě základní fáze – stojnou a švihovou. Poměr mezi stojnou a švihovou fází je přibližně 60:40, mění se však v závislosti na rychlosti chůze. S rostoucí rychlostí chůze dochází k prodlužování fáze švihové, a tedy ke zkrácení fáze stojné (Giannini et al., 1994, pp. 66–67). V průběhu **stojné fáze** (Stance phase) je končetina stále v kontaktu s podložkou. Tato fáze začíná kontaktem paty s opěrnou plochou a končí odvinutím palce od podložky. Naopak

během **švihové fáze** (Swing phase) se končetina posunuje vpřed, v kontaktu s podložkou tedy není. V průběhu švihové fáze krokového cyklu je náročné udržet pánev v horizontální rovině, jelikož pánev ztrácí jeden ze dvou opěrných bodů. Má tak tendenci na straně švihové nohy poklesnout. Tento pokles je potřeba vyrovnat dostatečnou aktivitou adduktorů kyčelního kloubu na straně stojné končetiny, ale také zapojením m. quadratus lumborum a m. iliopsoas na straně druhé. Přejít mezi stojnou a švihovou fází tvoří tzv. **fáze dvojí opory** (double limb support). V této fázi jsou obě chodidla v kontaktu s podložkou – na stojné končetině dochází k odvíjení špičky a švihová končetina je patou v kontaktu s opěrnou plochou. Těžiště těla se v této chvíli nachází nejnižší z celého krokového cyklu. Právě fáze dvojí opory odlišuje chůzi od běhu, jelikož při běhu fáze dvojí opory chybí. Stojná a švihová fáze se dále dělí na několik částí – toto rozdělení se liší dle jednotlivých autorů (Véle, 2006, pp. 348–350).

**Vaughan, Davis a O'Connor** (1992, pp. 10–11) rozdělují stojnou fází na (viz obrázek 1, p. 28):

- úder paty (heel strike)
- kontakt nohy (foot flat)
- střed stojné fáze (midstance)
- odvinutí paty (heel off)
- odraz palce (toe off)

Švihovou fází dělí na:

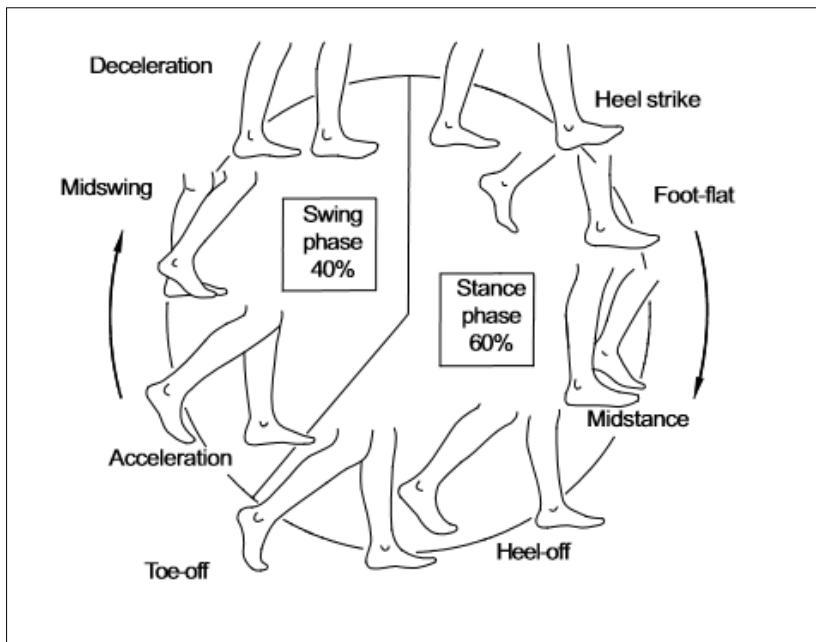
- zrychlení (acceleration)
- střed švihové fáze (midswing)
- zpomalení (deceleration)

**Podle Gage** (1991, pp. 82–83) tvoří stojnou fází:

- první fáze dvojí opory (first double support)
- jednooprová fáze (single support)
- druhá fáze dvojí opory (second double support)

Švihovou fází rozděluje na:

- počáteční švih (initial swing)
- mezišvih (mid-swing)
- koncový švih (terminal swing)



**Obrázek 1** Fáze krokového cyklu (Vaughan, Davis a O'Connor; 1992, p. 10)

Valmassy (1996, pp. 182–183) naopak dělí celý krokový cyklus jen na tři fáze:

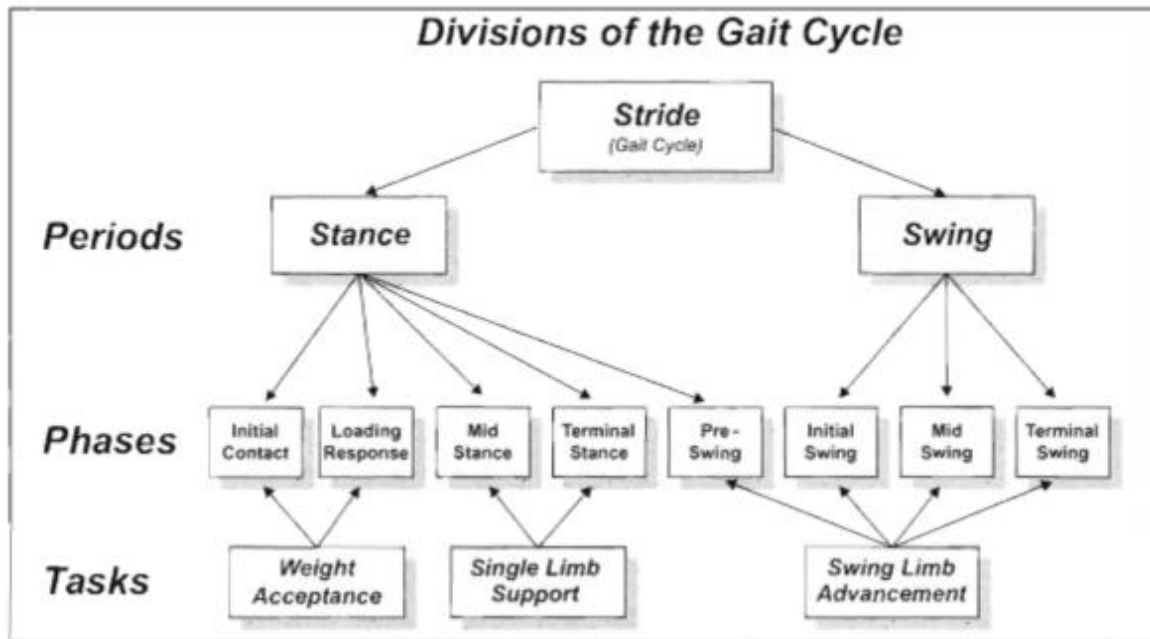
- **Počáteční fáze** (The development phase), ta je definovaná jako úsek, ve kterém je zahajován pohyb a je nabírána rychlost. Jestliže je zrychlování dostatečné, a je docílená potřebná rychlost, k dalšímu zrychlování již nedochází. Dojde k plynulému přechodu do druhé fáze.
- **Rytmická fáze** (The rhythmic phase) je charakterizovaná jako série opakujících se pohybů, které převládají velké části chůze.
- **Fáze doznívání** (The decay phase) je fáze ve které dochází ke snižování rychlosti chůze a tělo se připravuje na úplné zastavení.

Častěji je však využíváno názvosloví **dle Perryho a Burnfielda** (2010, pp. 10–16), kteří stojnou fázi dělí na (viz obrázek 2, p. 29):

- počáteční kontakt (initial contact) – 0-2 % krokového cyklu (Gait cycle, GC)
- postupné zatěžování (loading response) – 2-12 % GC
- střední stoj (mid stance) – 12-31 % GC
- konečný stoj (terminal stance) – 31-50 % GC
- předšvih (pre-swing) – 50-62 % GC

Švihovou fázi dělí na:

- počáteční švih (initial swing) – 62-75 % GC
- mezišvih (mid swing) – 75-87 % GC
- konečný švih (terminal swing) – 87-100 % GC



Obrázek 2 Rozdělení krokového cyklu (Perry a Burnfield, 2010, p. 10)

### 2.3.1 Mechanismus krokového cyklu

#### a) Stojná fáze (Stance phase)

**Počáteční fáze** (Initial contact) začíná dopadem paty švihové nohy na podložku. V této fázi dochází k flexi v kyčelním kloubu a extenzi v kolenním kloubu. Hlezenní kloub se nachází v neutrální pozici nebo je v dorzální flexi. Následuje **postupné zatěžování** končetiny (Loading response), během kterého je tělesná váha přenášena dopředu. Kyčelní kloub je stále flektovaný, a zároveň dochází k flexi v kloubu kolenním, aby mohlo lépe tlumit náraz. Hlezenní kloub postupně přechází z dorzální flexe do flexe plantární. Dále následuje **střední stoj** (Mid stance) a **konečný stoj** (Terminal stance). Během obou těchto fází je opora pouze o jednu končetinu, jedná se tedy o **fázi jedné opory** (Single support). První polovina fáze jedné opory je charakteristická extenzí v kyčelním i kolenním kloubu a dorzální flexi v kloubu hlezenním. V druhé polovině této fáze, tedy v konečném stoji, je kyčelní kloub stále extendován. V kolenním kloubu je extenze následovaná postupnou flexí, a zároveň dochází

k odlepení paty od podložky. Poslední částí stojné fáze je **předšvih** (Pre-swing). Během něj palec ztrácí kontakt s podložkou a oporná končetina se stává končetinou švihovou (Véle, 2006, p. 350; Perry a Burnfield, 2010, pp. 11–14).

#### b) Švihová fáze (Swing phase)

Švihová fáze začíná **počátečním švihem** (Initial swing) končetiny. Narůstá zde flexe v kolenním i kyčelním kloubu. Dochází tak k odlepení chodidla od podložky. Druhá dolní končetina se nyní nachází ve fázi středního stoje. Následuje **střední švihová fáze** (Mid swing), během které se švihová končetina dostane před stojnou. Kyčelní kloub je stále ve flexi, naopak kloub kolenní se dostává do extenze. Hlezenní kloub se dostává z dorzální flexe do neutrální pozice. Poslední švihovou fází je **konečný švih** (Terminal swing). Kyčelní kloub je asi ve 20° flexi, naopak kolenní kloub dosáhne plné extenze. Hlezenní kloub zůstává v neutrální pozici (Perry a Burnfield, 2010, pp. 14–16).

V průběhu bipedální chůze dochází zároveň k pohybu horních končetin. Ty se pohybují švihově vždy kontralaterálně oproti dolní končetině. Pohyb horních končetin je důležitý pro vyvažování a udržování rovnováhy (Véle, 2006, p. 353).

### 2.3.2 Svalová aktivita

Pro vykonávání bipedální chůze je u člověka nejdůležitější svalová aktivita na dolních končetinách. Svaly trupu a horních končetin pracují v otevřených řetězcích a nejsou schopny udělit tělu potřebnou kinetickou energii, která je nezbytná pro změnu polohy těla v prostoru. Během stojné fáze pracují svaly dolních končetin v uzavřených řetězcích. Naopak v průběhu fáze švihové svaly dolní končetin pracují stejně jako svaly trupu a horních končetin v otevřeném řetězci. V této fázi se tak svaly dolních končetin podílejí především na zrychlení daných segmentů těla a také na udržování rovnováhy, tedy na rovnovážných reakcích. Vnitřní síla, tedy síla svalů však není schopna vyvolat pohyb daného segmentu v prostoru. Svalová síla vyvolá pouze změnu vzájemného postavení segmentů. Na změně polohy těla, tedy na samotném pohybu, se podílejí vnější síly, především síla reakční. Svalová síla pak vykoná lokomoční pohyb pomocí reakční síly okolí (Vařeka a Vařeková, 2009, p. 57).

#### Páteř

Během **stojné fáze** dochází v páteři k torzním pohybům a posunu trupu na stranu stojné dolní končetiny. Na této aktivitě se podílejí krátké hluboké svaly páteře, které otáčejí obratle na kontralaterální stranu. Delší svaly páteře se na pohybu také podílejí, ale pouze

minimálně. V průběhu švihů je pánev rotována na stranu stojné dolní končetiny a ramenní pletenec na opačnou stranu. Na straně rotované pánve dochází k aktivaci mm. multifidi, mm. semispinales, mm. rotatores a m. obliquus abdominis externus. Na druhé straně pak převažuje aktivita mm. erector spinae a m. obliquus abdominis internus. Na udržení pánve v horizontální poloze se podílejí m. iliopsoas a m. quadratus lumborum na straně rotované pánve, na straně druhé pak m. gluteus medius (Véle, 2006, pp. 351–352).

### **Kyčelní kloub**

Na začátku **stojné fáze**, tedy při počátečním kontaktu nohy s podložkou, jsou aktivovány flexory kolenního kloubu a skupina gluteálních svalů. Tato aktivita se však v polovině stojné fáze utlumí, a v závěru stojné fáze se naopak aktivují převážně adduktory kyčelního kloubu. Na počátku **švihové fáze**, tedy při flexi v kyčelním kloubu, dochází k aktivaci m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae, m. pectineus, m. sartorius a krátké hlavy m. biceps femoris. V průběhu extenze kolenního kloubu se aktivují rovněž flexory kolene, které napomáhají zpevnit končetinu při dopadu na opornou bázi. V druhé polovině švihové fáze se již aktivují adduktory kyčelního kloubu, a na závěr také gluteální svalstvo. Čím je chůze rychlejší, tím větší je aktivita m. sartorius, m. rectus femoris a m. tensor fasciae latae (Véle, 2006, pp. 351–352).

### **Kolenní kloub**

M. quadriceps femoris je aktivní především v první části **stojné fáze**. Dále dochází k jeho relaxaci. Napomáhá udržet mírnou flexi v kolenním kloubu při dopadu paty na podložku. Aktivita m. vastus intermedius je potřebná do doby, kdy končetina dosáhne vertikální polohy. Posléze dojde k uzamčení kolene a aktivita extensorů již není potřebná. Na konci stojné fáze, pak zahajují svou aktivitu flexory kolenního kloubu. Jelikož v první polovině **švihové fáze** dochází k flexi v koleni, aktivují se hlavně flexory. Jejich aktivita je však při pomalé chůzi poměrně nízká. V druhé polovině švihové fáze se aktivují především m. quadriceps femoris, m. sartorius a mediální část flexorů kolenního kloubu. Dojde-li k zvýšení rychlosti chůze, narůstá aktivita všech svalových skupin (Véle, 2006, pp. 351–352).

### **Hlezenní kloub a noha**

Na začátku krokového cyklu, tedy na počátku **stojné fáze**, je důležitá aktivita m. tibialis anterior a mm. peronei, jejichž funkcí je zabránit přepadávání špičky. Jejich aktivita však časem ustupuje a objeví se při odvíjení prstů. Stejně tak se zapojují m. extensor hallucis longus a m. extensor digitorum longus. Excentrická funkce m. triceps surae je důležitá od fáze

odvíjení paty až po fázi odvíjení špičky. V prostřední části stojné fáze je nejméně výraznější funkce m. tibialis posterior. Aktivita vnitřních svalů noh a svalů palce se liší dle typu obuvi. Během první třetiny **švihové fáze** je nejdůležitější aktivita m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus a m. extensor hallucis longus. Aktivita těchto svalů se posléze snižuje, ale narůstá opět v závěrečné části švihu. Plantární flexory jsou v průběhu švihové fáze relaxovány (Véle, 2006, pp. 351–352).

## 2.4 Typy chůze

Rozlišují se 3 základní typy chůze – proximální (kyčelní), akrální a peroneální. Nicméně každý jedinec má odlišné anatomicko-morfologické struktury a individuální ontogenetický vývoj, proto je toto rozdělení pouze orientační (Kolář et al., 2009, p. 48).

U **proximálního typu** chůze je dominantní pohyb vykonáván v kyčelních kloubech, a zároveň dochází k nepatrnému odvinování chodidla od podložky. Dominantní svalovou skupinu tvoří flexory kyčelního kloubu, které bývají mnohdy přetížené, nebo také zkrácené (Kolář et al., 2009, p. 48).

**Akrální typ** chůze je charakteristický zřetelným odvinováním chodidla a větší plantární flexí v závěru stojné fáze krokového cyklu. Na rozdíl od předchozího typu chůze, zde je pohyb v kyčelním kloubu zanedbatelný. U akrálního typu chůze je důležitá aktivita především plantárních flexorů nohy a prstů, tedy zejména aktivita m. triceps surae. Dochází zde také k výraznějšímu posunu těžiště směrem vertikálním (Kolář et al., 2009, p. 48).

Pro **peroneální chůzi** je typická pomalá flexe v kyčelním kloubu a mohutnější flexe v kolenu. Dále dochází k vnitřní rotaci kyčelního kloubu a everzi nohy (Kolář et al., 2009, p. 48).

## 2.5 Obecné charakteristiky chůze

### 2.5.1 Časové a prostorové parametry

Mezi základní časové a prostorové parametry chůze patří doba krokového cyklu (Cycle time), délka kroku (Step length), délka dvojkroku (Stride length), kadence (Cadence) a rychlost (Walking speed). Tyto parametry slouží k jednoduchému zhodnocení chůze, pro které není potřeba mít zvláštní technická zařízení. Pro získání dalších časoprostorových parametrů chůze, jako je například doba trvání švihové a stojné fáze nebo úhel chodidla, je již nutné mít speciální technické vybavení (Whittle, Richards a Levine, 2012, p. 87).



Ke změření doby trvání krokového cyklu stačí použít obyčejné stopky. Je ovšem důležité, nechat daného jedince určitou dobu projít, aby dosáhl plné rychlosti chůze a šel přirozeně. V průběhu měření jsou počítány jednotlivé kroky, které byly provedeny za určitou dobu, nejčastěji 10 nebo 15 sekund. Pro zjištění tohoto parametru je poté využíván přesně daný vzorec – cycle time (s) = čas (s) x 2/počet kroků. Dále je možné stanovit frekvenci kroků neboli kadenci (Cadence), tedy počet kroků za určitou časovou jednotku, nejčastěji 1 minutu (Whittle, Richards a Levine, 2012, p. 87).

Délka kroku je rovna longitudinální vzdálenosti mezi pravým a levým chodidlem. V praxi je měřena jako vzdálenost od určeného bodu na jedné noze k tomu stejnému bodu na druhé noze, při počátečním kontaktu chodidla. Nejčastěji je udávána v metrech (Whittle, Richards a Levine, 2012, p. 87).

Délka dvojkroku je rovna vzdálenosti mezi dvěma za sebou jdoucími doteky chodidla téže nohy. Základní jednotkou je metr nebo centimetr (Neumannová et al., 2015, p. 28). Délka dvojkroku může být určena dvěma způsoby – přímým měřením nebo nepřímou pomocí rychlosti a délky krokového cyklu (Whittle, Richards a Levine, 2012, p. 87).

Kadence je definována jako počet kroků za časovou jednotku. Nejčastěji je používán počet kroků za jednu minutu. Průměrný počet kroků za minutu u běžné populace je 110 (Giannini et al., 1994, pp. 70–71).

Rychlost chůze je rovna poměru vzdálenosti, kterou jedinec překoná a času, za který ji překoná. Jednotkou je metr za sekundu. Rychlost chůze závisí na délce kroku (Whittle, Richards a Levine, 2012, p. 88). Průměrná rychlost chůze je 1,5 m/s (5,4 km/h). Její hodnotu ovlivňuje tělesná výška člověka. Rychlost chůze může narůstat s rostoucí délkou kroku a také s rostoucí kadencí (Giannini et al., 1994, p. 71).

## **2.5.2 Silové a tlakové parametry**

Pomocí tlakových plošin lze stanovit rozložení tlaku pod různými částmi plosky chodidla, reakční sílu působící od podložky (GRF, Ground reaction force) a trajektorii působiště reakční síly (COP, Centre of pressure) (Bizovská et al., 2017, p. 54).

Primárně jsou zaznamenávány tři základní složky GRF – vertikální (vGRF), mediolaterální (mlGRF) a anteroposteriorní (apGRF). Využívají se rovněž některé plošiny, které zaznamenávají pouze vertikální složku GRF. V průběhu stojné fáze má vGRF dvě maxima, a to přibližně ve 20 % a v 80 % doby trvání stojné fáze. Tato maxima jsou rovny hodnotám 110-120 % tíhové síly dané osoby. Zhruba v polovině stojné fáze však dochází ke snížení této hodnoty na 80-90 % tíhové síly. Anteroposteriorní GRF má dvě základní fáze –

decelerační (brzdění) a akcelerační (odraz). Maxima v obou fázích dosahují zhruba 20 % tíhové síly. Mediolaterální složka GRF se při hodnocení využívá minimálně (Bizovská et al., 2017, pp. 61–63).

Trajektorie COP má počátek v oblasti paty, následně se pak v průběhu počátečního kontaktu chodidla odchyluje mediálním směrem. Dále se COP přesouvá po laterální hraně plosky nohy do oblasti hlaviček prvního a druhého metatarzu a následně při odrazu končí trajektorie COP pod palcem (Bizovská et al., 2017, p. 63).

## 2.6 Patologie chůze

V chůzi každého jedince mohou být přítomny určité znaky, které se nějakým způsobem liší od základních parametrů normální chůze. Tyto znaky se mohou vyskytovat běžně, nejedná se o patologie. Za patologie jsou považovány pohybové jevy, které jsou abnormální. Někdy jsou viditelné již pouhým okem, jindy je zapotřebí pro jejich identifikaci využít vhodný měřicí přístroj. Dle Whittleho (2007, p. 101) musí být splněny tyto čtyři požadavky, aby byl jedinec schopen chůze:

- obě dolní končetiny musí být schopny unést celou tělesnou váhu jedince
- musí být zachována schopnost statické i dynamické rovnováhy v průběhu stoje na jedné dolní končetině
- švihová dolní končetina musí být schopná převzít roli podpůrné, tedy stojné dolní končetiny
- dostatečná síla pro pohyb končetin a posun trupu

Chůze vzniká na základě vzájemných interakcí mezi nervosvalovým systémem a strukturálními prvky lokomočního systému. Vznik patologií tak může zapříčinit poškození kterékoliv části těchto systémů, tedy poškození mozku, míchy, nervů, svalů, kostí či kloubů (Whittle, 2007, pp. 101–102). Mechanismy podílející se na vzniku patologických znaků při chůzi, jsou děleny do 5 základních kategorií. Jedná se o deformity, svalovou slabost, bolest, sensorické poruchy a poškození motorické kontroly. Pro každou z těchto kategorií je charakteristické funkční postižení. K patologickým typům chůze se řadí například chůze antalgická, parkinsonská, paretická, kolébavá (kachní), spastická, ataktická (mozečková) nebo nůžkovitá. Každá z těchto chůzí má typický obraz a vyskytuje se u konkrétních diagnóz (Perry a Burnfield, 2010, p. 165; Bronstein et al., 2004, pp. 163-168).

## 2.7 Laboratorní metody vyšetření chůze

Základní vyšetření chůze může být prováděno prostou aspekci v ordinaci lékaře nebo fyzioterapeuta. Aspekčně lze zjistit elementární parametry chůze jako je rytmus, délka kroku, šířka kroku, souhyby horních končetin, postavení stojné dolní končetiny, pohyb švihové dolní končetiny a také koordinace pohybů při chůzi. Pro přesnější rozbor krokového cyklu je potřeba využít speciální biomechanické metody, které se dělí dle výstupních veličin. Jsou děleny do 3 základních skupin – kinetická analýza, kinematická analýza a analýza chůze pomocí akcelerometrů (Neumannová et al., 2015, p. 27).

Základem kinematických metod je vyhodnocování záznamu pohybu. K jeho zaznamenání jsou využívány klasické videokamery nebo speciální optoelektronické systémy. Potřebné informace jsou získávány na základě vyhodnocování polohy daných bodů na těle člověka, pomocí kterých jsou pak stanoveny rovinné souřadnice. Pomocí této analýzy lze zjistit základní kinematické veličiny, jako je rychlost, dráha, úhlová rychlost segmentů, a další (Janura a Zahálka, 2004, p. 24–28).

Kinematická neboli dynamická analýza chůze využívá pro hodnocení chůze silové parametry. Aby byly informace o pohybu komplexní, je nutné změřit velikost působících sil. Nejčastěji využívanou metodou je dynamická plantografie (pedobarografie), pomocí které je určována velikost a rozložení tlaku na chodidlo. K tomu jsou nejčastěji používány speciální tlakové plošiny. Jejich velikost může být různá – od několika centimetrů až po několik metrů. Měřicí vrstva je chráněna povrchovou vrstvou, která je tvořena z dostatečně odolného materiálu. Ten brání poškození spodní, senzorické vrstvy (Neumannová et al., 2015, pp. 32–34).

Dále lze analyzovat chůzi pomocí akcelerometrů, tedy přístrojů sloužících pro měření zrychlení během chůze. V poslední době dochází k nárůstu používání těchto přístrojů. Jejich výhodou je především nízká pořizovací cena, ale také rychlost zpracování a vyhodnocení naměřených dat. Akcelerometry jsou užívány také pro hodnocení posturální stability daného jedince (Neumannová et al., 2015, pp. 36–37).

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 3 Cíle a hypotézy

### 3.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je porovnat dynamické parametry chůze u neobézních jedinců a jedinců trpících obezitou různého stupně. Probandi tedy byli rozděleni do dvou skupin – experimentální a kontrolní. K vyšetření chůze byla použita silová plošina.

### 3.2 Výzkumná otázka a hypotézy

**Výzkumná otázka č. 1:** Existuje rozdíl v dynamických parametrech chůze mezi neobézními jedinci a jedinci s obezitou?

**H<sub>0</sub>1:** Není rozdíl v délce kroku mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>A</sub>1:** Je rozdíl v délce kroku mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>0</sub>2:** Není rozdíl v době trvání krokového cyklu mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>A</sub>2:** Je rozdíl v době trvání krokového cyklu mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>0</sub>3:** Není rozdíl v rychlosti chůze mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>A</sub>3:** Je rozdíl v rychlosti chůze mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

## 4 Metodika práce

Výzkum v rámci diplomové práce „Porovnání dynamických parametrů chůze u obézních a neobézních jedinců“ byl schválen etickou komisí Fakulty zdravotnických věd v Olomouci (Příloha 1, p. 70).

Pro analýzu dynamických parametrů chůze byla použita plantografická plošina Footscan® (RSscan International, Belgium) o délce 2 m, s hustotou senzorů 2,6 senzoru na  $\text{cm}^2$  (pod krycí deskou se nachází 16 386 snímačů). Aby byla zajištěná přirozená a plynulá chůze, na obou stranách byla plantografická plošina doplněna deskami výškově se shodujícími s měřicí plošinou (viz příloha 3, p. 73). Pro následné zpracování a vyhodnocení naměřených dat byl použit software Footscan gait (verze 7, 97) (viz příloha 4, p. 74). Výzkum proběhl v prostorách Kineziologické laboratoře Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, v klidném prostředí a s minimalizací akustických a jiných rušivých vlivů.

### 4.1 Charakteristika zkoumaného souboru

Měření se zúčastnilo celkem 20 probandů (3 muži, 17 žen) ve věkovém rozmezí 21–40 let. Tito jedinci byli rozděleni dle hodnoty BMI a obvodu v pase na dvě skupiny. Deset probandů (9 žen, 1 muž), tedy kontrolní skupinu, tvořili jedinci s hodnotou BMI v rozmezí 18,5 – 24,9  $\text{kg}/\text{m}^2$ , jednalo se tedy o jedince s normální váhou. Obvod v pase všech jedinců v této skupině byl pod hranicí rizika vzniku zdravotních komplikací, muži měli obvod v pase < 94 cm a ženy < 80 cm. S touto skupinou byla porovnávána skupina výzkumná, kterou tvořilo také 10 probandů (8 žen a 2 muži). V této skupině byli jedinci s hodnotou BMI v rozmezí 30,0 – 40  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Pět jedinců v této skupině trpělo obezitou 1. stupně, jejich BMI bylo v rozmezí 30,0 – 34,9  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Pět jedinců mělo hodnotu BMI v rozmezí 35,0 – 39,9  $\text{kg}/\text{m}^2$ , tedy obezitu 2. stupně. Žádný z probandů neměl hodnotu BMI nad 40  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Obvod v pase všech těchto probandů odpovídal zvýšenému riziku vzniku zdravotních komplikací (> 94 cm u mužů, > 80 cm u žen). U sedmi probandů byla hodnota velmi riziková ( $\geq 102$  cm u mužů,  $\geq 88$  cm u žen).

Věkový průměr kontrolní skupiny byl 24,9 let ( $\pm 5,38$ ), minimální věk byl 21 let, věkové maximum 40 let a medián 23,5 let. Výškový průměr této skupiny byl roven 170,3 cm ( $\pm 7,41$ ), minimální výška jedince byla 160 cm, maximální 178 cm a medián byl roven 171,5 cm. Průměrná váha ve skupině byla 62,93 kg ( $\pm 8,93$ ), minimum 50 kg, maximum 76 kg a medián 64,5 kg. Průměrná hodnota BMI se tedy rovnala 21,63 ( $\pm 2,48$ ). Průměrná hodnota obvodu

v pase byla 71,2 cm ( $\pm 4,83$ ), minimální hodnota byla 65 cm, maximální 79 cm a medián 70,5 cm.

Výzkumná skupina měla věkový průměr 30,7 let ( $\pm 7,06$ ), minimální věk byl 22 let, věkové maximum 40 let a medián 30 let. Průměrná výška výzkumné skupiny byla 166,1 cm ( $\pm 8,32$ ), minimum bylo 153 cm, maximum bylo rovno 180 cm a medián 164,5 cm. Průměrná váha ve skupině byla 93,7 kg ( $\pm X$ ), minimum 71 kg, maximum 113,8 kg a medián 95,5 kg. Průměrná hodnota BMI se tedy rovnala 34,03 ( $\pm 3,88$ ). Výzkumná skupina měla průměrnou hodnotu obvodu v pase 97,8 cm ( $\pm 9,66$ ), minimum bylo 82 cm, maximum 117 cm a medián X cm.

Před vlastním provedením měření k diplomové práci byli všichni probandí informováni o podrobném průběhu testování, a také o cílech této práce. Jako vyjádření souhlasu s anonymním zpracováním dat pro diplomovou práci všichni účastníci podepsali informovaný souhlas (Příloha 2, p. 71). Pro zařazení do studie byli vybráni probandí dané věkové kategorie, bez jakéhokoliv neurologického či ortopedického deficitu, a také bez předchozích zranění dolních končetin. Všechny tyto aspekty by mohly průběh měření a následné výsledky testování negativně ovlivnit.

## 4.2 Průběh výzkumu

Před provedením samotného měření byly od obou skupin probandů odebrány anamnestické údaje zaměřené především na jejich zdravotní stav a prodělané úrazy, aby byla vyloučena možná patologie, která by zapříčinila případné vyloučení z výzkumného měření.

Při odběru anamnézy byly zjišťovány jejich nynější onemocnění, případně prodělaná závažná onemocnění nebo úrazy především na dolních končetinách. U všech probandů byl zjišťován věk a váha, aby bylo možné zjistit hodnotu jejich BMI.

Po úvodním pohovoru byl na základě zjištěné výšky a váhy vypočítán BMI index, který určoval zařazení do výzkumné skupiny. Do té byli zařazeni všichni probandí s hodnotou BMI v rozmezí 30,0 – 40 kg/m<sup>2</sup>. V kontrolní skupině byli probandí s hodnotou BMI v rozmezí 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>. Dalším hodnoceným parametrem potřebným pro zařazení do skupin byl obvod v pase. Probandi vhodní k zařazení do výzkumné skupiny měli obvod v pase > 94 cm u mužů a > 80 cm u žen. V kontrolní skupině byli zahrnuti muži s obvodem pasu < 94 cm a ženy s obvodem v pase < 80 cm.

Před zahájením měření byly do programu zadány základní informace u konkrétního probanda – jméno, datum narození, váha a velikost obuvi. Před měřením byl probandům průběh testování podrobně vysvětlen.

Každý z probandů byl vyzván, aby se na boso prošel po plantografické plošině. Měřená osoba byla poučena, aby se po plošině prošla normální, přirozenou chůzí. Při měření každého probanda byly nasnímány tři pokusy chůze, jejichž hodnoty byly následně zprůměrovány. Chůze v průběhu jednoho pokusu byla snímána po dobu přibližně 6 vteřin. Měření probíhalo stejně u výzkumné i kontrolní skupiny.

Ke statistickému zpracování byly vybrány tři základní dynamické parametry chůze – doba trvání krokového cyklu, délka kroku a rychlost chůze.

Výsledky získané testováním obou skupin byly následně mezi sebou porovnány a vyhodnoceny pomocí statistických metod.

### **4.3 Statistické zpracování dat**

Naměřená data byla stažena z programu Footscan 7 gait 2nd generation a následně přepsána do Microsoft Office Excel 2007. Výsledky byly sepsány do přehledných tabulek, dle potřebných parametrů pro statistické zpracování. Ke statistickému zpracování dat byl použit program Statistica 13.4.

Pro porovnání výzkumné a kontrolní skupiny byl použit neparametrický Mann – Whitney U test. Tento test byl vybrán vzhledem k malému vzorku porovnávaných skupin. Test byl proveden na hladině významnosti 0,05. Nulová hypotéza je zamítnuta, jestliže je hodnota statistické signifikance menší než 0,05. Ze získaných dat byly vypočítány základní parametry (průměr, medián, směrodatná odchylka, minimum, maximum). Vzhledem k malému počtu vzorků nebyly počítány kvartily.

## 5 Výsledky

### 5.1 Výsledky k výzkumné otázce číslo 1

Existuje rozdíl v dynamických parametrech chůze mezi neobézními jedinci a jedinci s obezitou?

**Hypotéza č. 1:**

**H<sub>0</sub>1:** Není rozdíl v délce kroku mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>A</sub>1:** Je rozdíl v délce kroku mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**Tabulka 2** Popisná statistika parametru délka kroku u neobézních jedinců

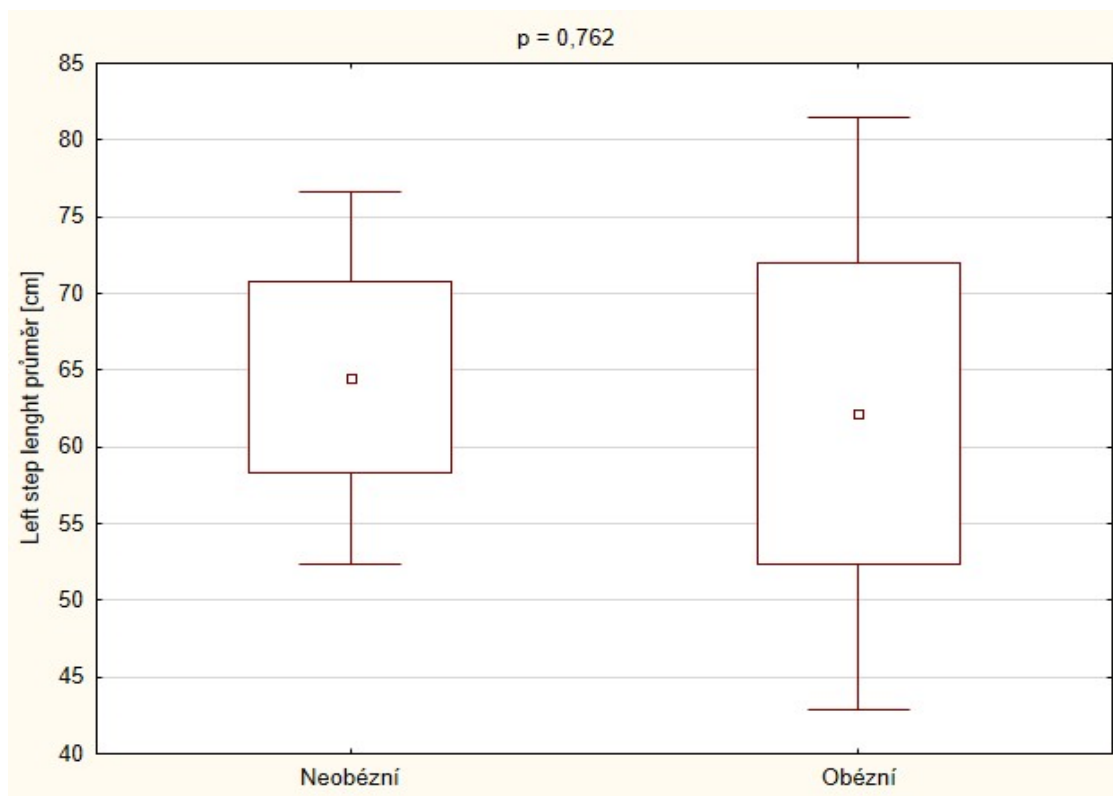
Parametr	Neobézní (n = 10)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Délka levého kroku [cm]	65,50	53,70	73,93	64,53	6,19
Délka pravého kroku [cm]	65,98	51,76	70,53	63,57	6,80
Délka dvojkroku [cm]	133,23	105,43	171,70	127,98	13,04

**Tabulka 3** Popisná statistika parametru délka kroku u obézních jedinců

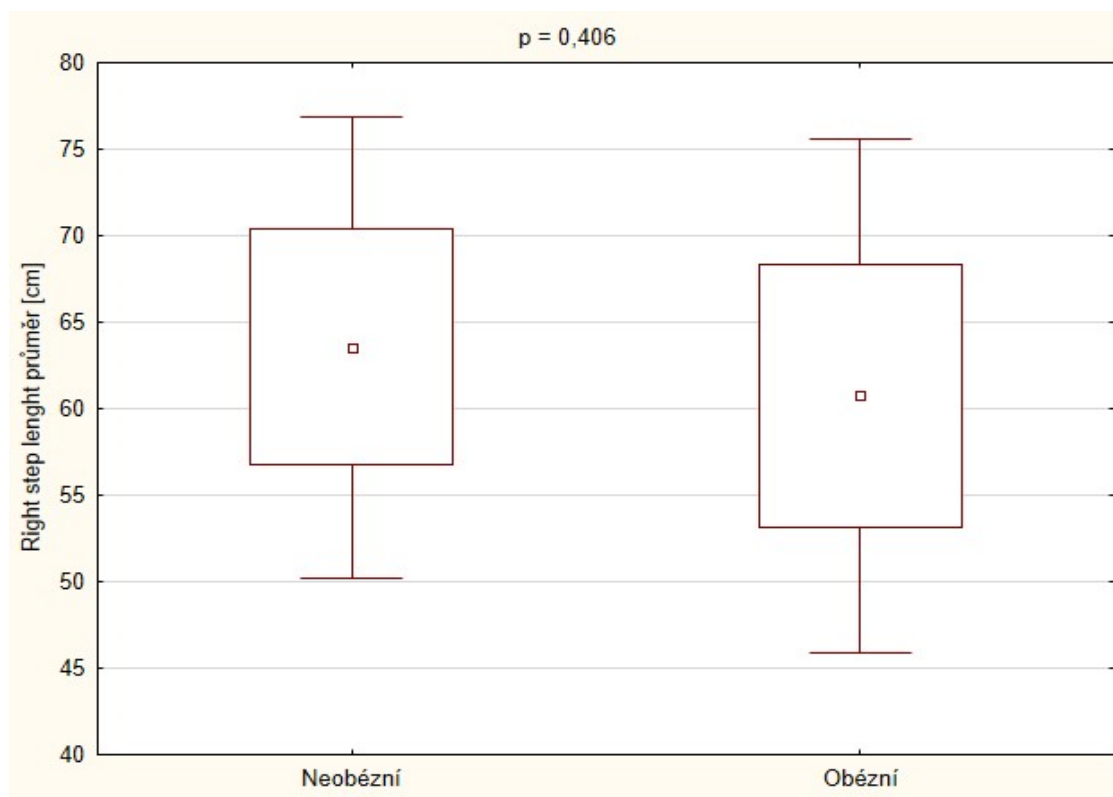
Parametr	Obézní (n = 10)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Délka levého kroku [cm]	65,82	47,23	75,06	62,17	9,84
Délka pravého kroku [cm]	58,92	50,46	73,16	60,76	7,59
Délka dvojkroku [cm]	123,65	101,20	148,26	122,76	16,49

Pro porovnání výzkumné a kontrolní skupiny byl použit neparametrický Mann – Whitney U test. Tímto testem bylo prokázáno, že výsledné hodnoty porovnávaného parametru, tedy délky kroku u obézních a neobézních jedinců, jsou statisticky nevýznamné. Nulovou hypotézu **H<sub>0</sub>1:** „Není rozdíl v délce kroku mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou,“ tedy vzhledem k výsledné hodnotě p, která nebyla menší, než hodnota 0,05 **nelze zamítnout**. Pro délku levého kroku **p = 0,762**; pro délku pravého kroku **p = 0,406**; pro délku dvojkroku **p = 0,473**.





**Obrázek 2** Box graf statistické významnosti pro parametr průměrná délka levého kroku [cm]



**Obrázek 3** Box graf statistické významnosti pro parametr průměrná délka pravého kroku [cm]

## Hypotéza č. 2:

**H<sub>0</sub>2:** Není rozdíl v době trvání krokového cyklu mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>A</sub>2:** Je rozdíl v době trvání krokového cyklu mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

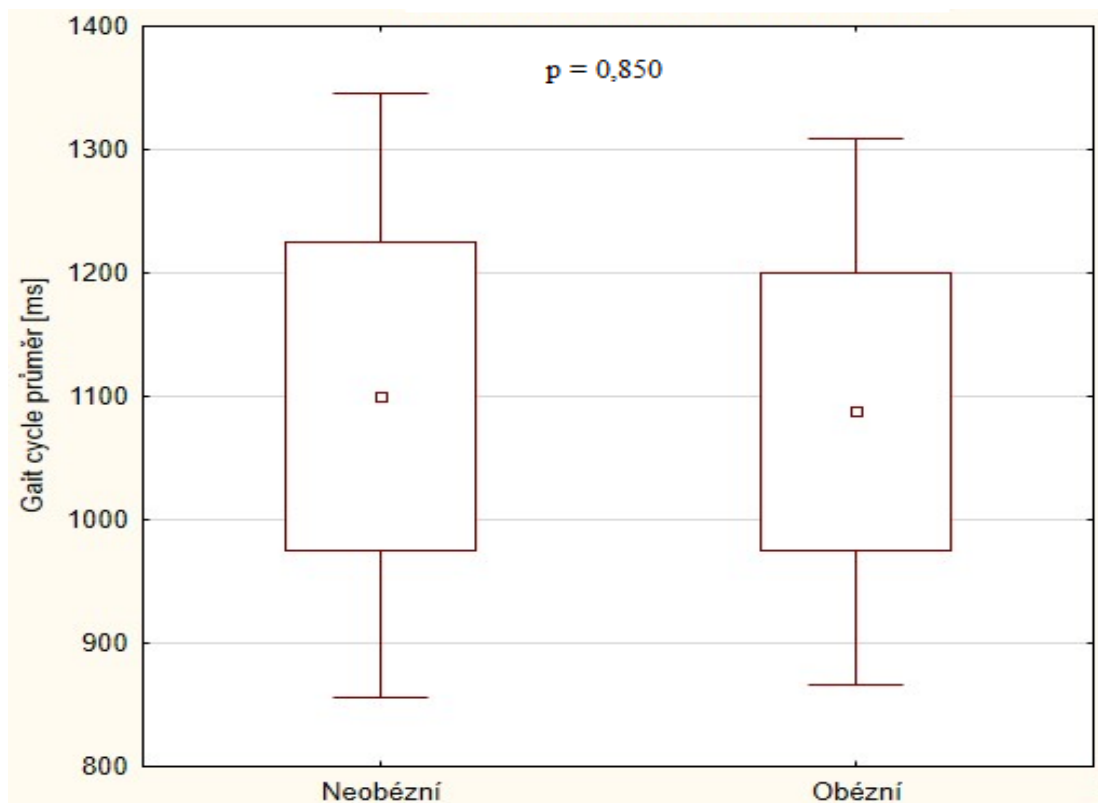
**Tabulka 4** Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u obézních jedinců

Parametr	Obézní (n = 10)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Doba trvání krokového cyklu [ms]	1060,76	939,03	1301,50	1087,58	112,95

**Tabulka 5** Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u neobézních jedinců

Parametr	Neobézní (n = 10)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Doba trvání krokového cyklu [ms]	1078,43	954,93	1404,63	1100,52	124,89

Výsledné hodnoty doby trvání krokového cyklu u neobézních jedinců a jedinců s obezitou byly statisticky vyhodnoceny pomocí neparametrického Mann – Whitney U testu. Tento test prokázal, že měřené hodnoty jsou statisticky nevýznamné. Nulovou hypotézu **H<sub>0</sub>2:** „Není rozdíl v době trvání krokového cyklu mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou,“ tedy vzhledem k hodnotě p (**p = 0,850**), nelze zamítnout.



**Obrázek 4** Box graf statistické významnosti pro parametr doba trvání krokového cyklu [ms]

**Hypotéza č. 3:**

**H<sub>0</sub>3:** Není rozdíl v rychlosti chůze mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

**H<sub>A</sub>3:** Je rozdíl v rychlosti chůze mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou.

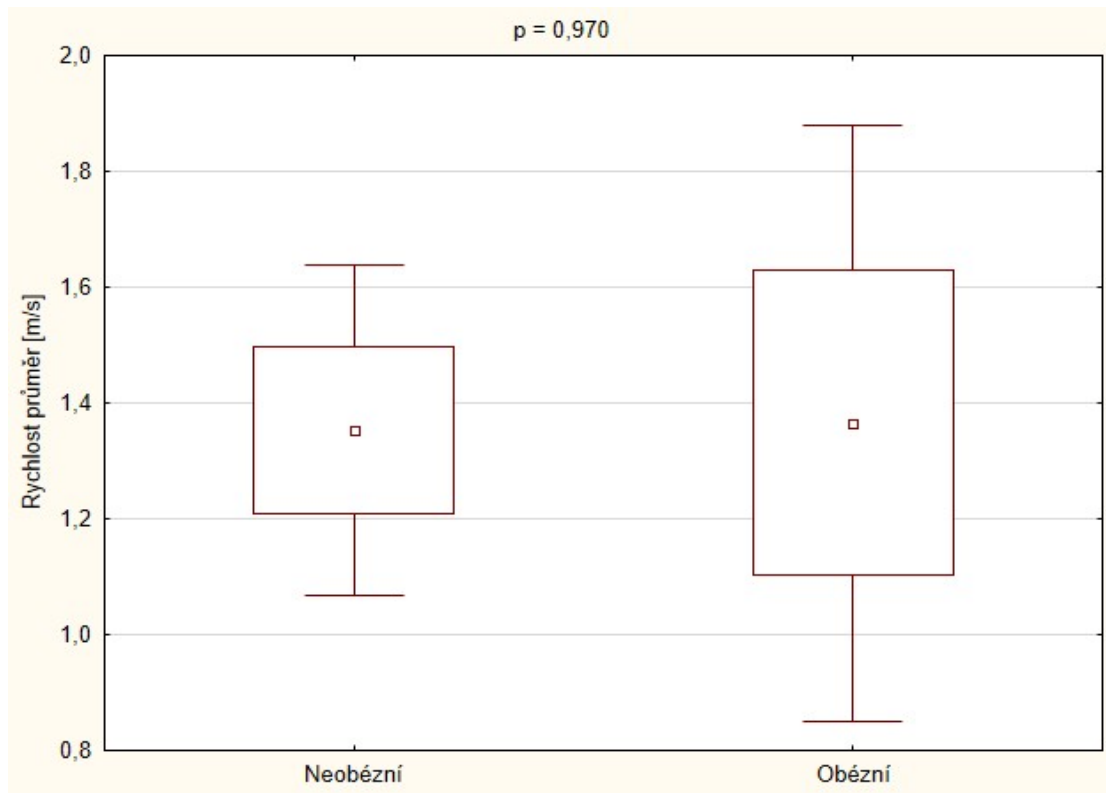
**Tabulka 6** Popisná statistika parametru rychlost chůze u neobézních jedinců

Parametr	Neoběžní (n = 10)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Rychlost chůze [m/s]	1,31	1,16	1,64	1,35	0,15

**Tabulka 7** Popisná statistika parametru rychlost chůze u obézních jedinců

Parametr	Obézní (n = 10)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Rychlost chůze [m/s]	1,39	0,91	1,78	1,37	0,26

Naměřené hodnoty kontrolní a výzkumné skupiny byly statisticky vyhodnoceny pomocí neparametrického Mann – Whitney U testu. Tímto testem bylo prokázáno, že výsledné hodnoty porovnávaného parametru, tedy rychlosti chůze u neobézních jedinců a jedinců s obezitou jsou statisticky nevýznamné. Nulovou hypotézu **H<sub>03</sub>**: „Není rozdíl v rychlosti chůze mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou,“ tedy nelze zamítnout, jelikož **p = 0,970**.



**Obrázek 5** Box graf statistické významnosti pro parametr rychlost chůze [m/s]

Dále byla rozdělena výzkumná skupina na dvě menší podskupiny – probandy s obezitou prvního stupně (n = 5) a probandy s obezitou druhého stupně (n = 5). V obou těchto skupinách byli zastoupeni jak muži, tak také ženy. Porovnávaným parametrem byla doba trvání krokového cyklu. Cílem bylo zjistit, zda se vyskytují rozdíly v chůzi mezi těmito dvěma skupinami.

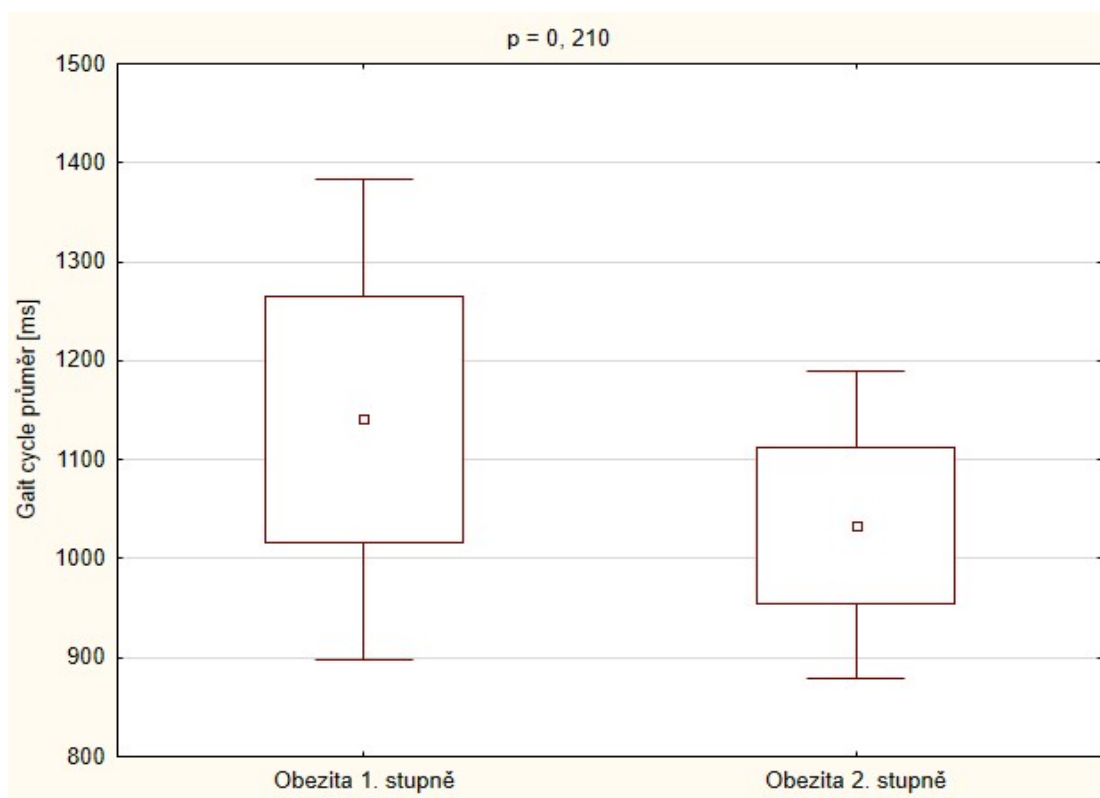
Pro porovnání výsledných hodnot doby trvání krokového cyklu mezi probandy s 1. stupněm obezity a probandy s 2. stupněm obezity byl použit neparametrický Mann – Whitney U test. Na základě tohoto testu bylo prokázáno, že dané hodnoty jsou statisticky nevýznamné, jelikož **p = 0,210**. Žádný významný rozdíl tedy nebyl prokázán.

**Tabulka 8** Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u jedinců s 1. stupněm obezity

Parametr	Obezita 1. stupně (n = 5)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Doba trvání krokového cyklu [ms]	1109,40	981,40	1301,50	1140,96	123,87

**Tabulka 9** Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u jedinců s 2. stupněm obezity

Parametr	Obezita 2. stupně (n = 5)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Doba trvání krokového cyklu [ms]	1026,37	930,03	1158,60	1034,20	78,96



**Obrázek 6** Box graf statistické významnosti pro parametr doba trvání krokového cyklu [ms]

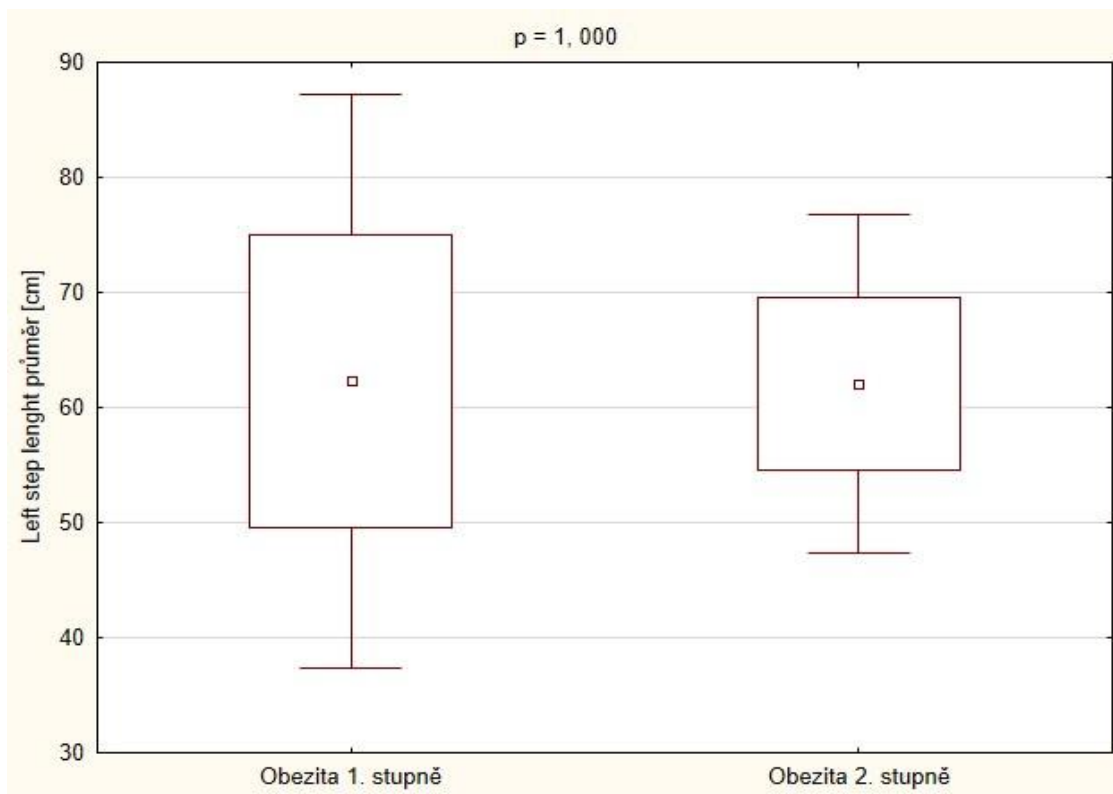
Pro zajímavost byl také porovnán parametr délka kroku mezi skupinou s obezitou prvního stupně a skupinou probandů s obezitou druhého stupně. Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny také pomocí neparametrického Mann – Whitney U testu. Tímto testem bylo prokázáno, že výsledné hodnoty porovnávaného parametru, tedy délky kroku u těchto dvou skupin jsou statisticky nevýznamné ( $p$  není menší než hodnota 0,05).

**Tabulka 10** Popisná statistika parametru délka kroku u jedinců s 1. stupněm obezity

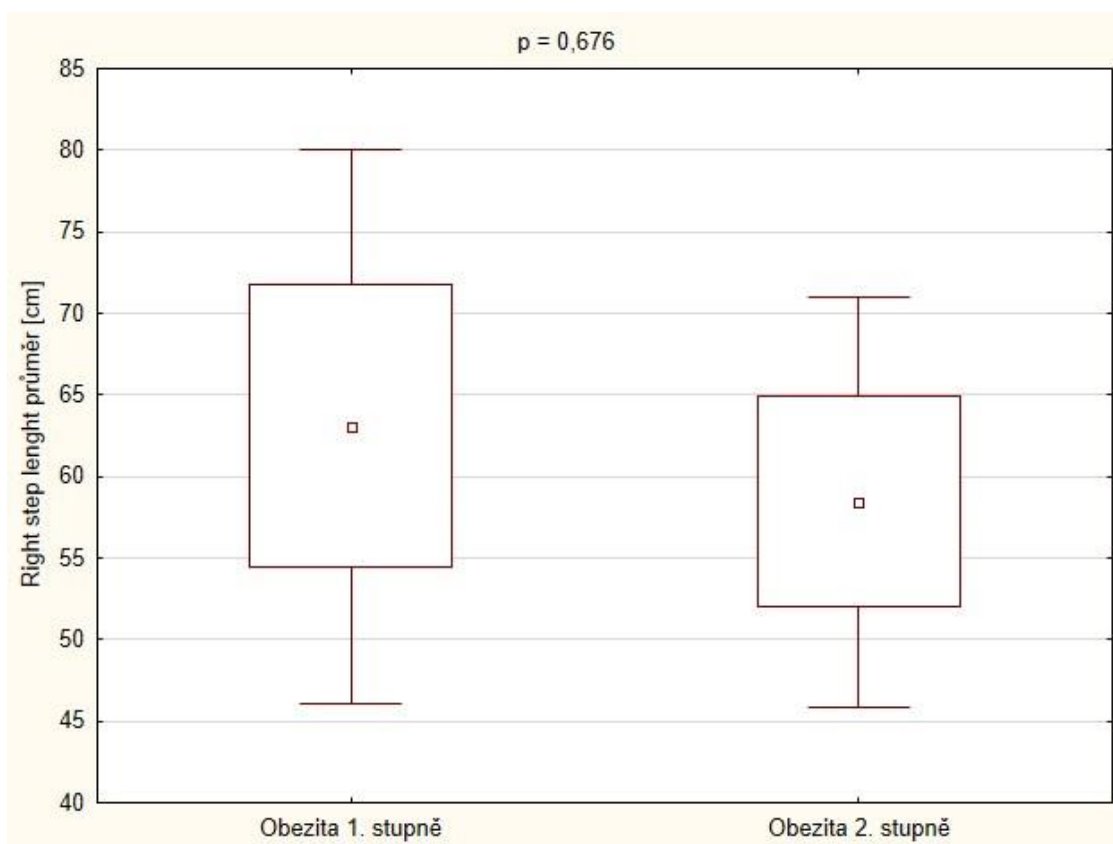
Parametr	Obezita 1. stupně (n = 5)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Délka levého kroku [cm]	65,77	47,23	75,07	62,33	12,72
Délka pravého kroku [cm]	64,73	50,47	73,17	63,07	8,66
Délka dvojkroku [cm]	133,53	101,20	148,27	125,42	20,50

**Tabulka 11** Popisná statistika parametru délka kroku u jedinců s obezitou 2. stupně

Parametr	Obezita 2. stupně (n = 5)				
	Medián	Min	Max	Průměr	SD
Délka levého kroku [cm]	65,87	52,73	69,50	62,01	7,50
Délka pravého kroku [cm]	58,00	51,27	68,73	58,46	6,42
Délka dvojkroku [cm]	123,47	104,00	138,23	120,00	13,20



**Obrázek 7** Box graf statistické významnosti pro parametr délka levého kroku [cm]



**Obrázek 8** Box graf statistické významnosti pro parametr délka pravého kroku [cm]

## 6 Diskuze

### 6.1 Diskuze k výběru probandů

Pro experimentální část diplomové práce bylo vybráno celkem 20 probandů ve věkovém rozmezí 21 až 40 let. Byli zde zařazeni probandi bez jakéhokoliv ortopedického onemocnění dolních končetin, neurologických, degenerativních či vestibulárních poruch, a také bez předchozího zranění dolních končetin. Všechny tyto aspekty by mohly průběh měření výrazně zkreslit. Kritériem byla také nepřítomnost gravidity nebo genetické choroby spojené s obezitou. Čtyři z deseti probandů experimentální skupiny byly ženy, které již měly děti. Obezita u nich tedy mohla být částečně podmíněná také vlivem těhotenství.

Deset probandů tvořilo experimentální skupinu, jednalo se o obézní jedince. U pěti z nich byla přítomna obezita prvního stupně, u zbylých pěti pak obezita druhého stupně (hodnoceno dle BMI). Zbylých deset probandů tvořilo kontrolní skupinu, jednalo se tedy o probandy s normální vahou. Jedinci s obezitou 3. stupně do výzkumu zařazeni nebyli, jelikož se zvyšující se hmotností roste také riziko přítomnosti dalších přidružených onemocnění. Původně mělo být do studie zařazeno patnáct obézních probandů, ale vzhledem k přítomnosti dříve zmíněných zdravotních problémů, museli být ze studie vyřazeni.

Hlavním parametrem pro zařazení do výzkumné či kontrolní skupiny byla hodnota BMI. Tento způsob hodnocení obezity patří mezi nejužívanější, vzhledem k jednoduchosti výpočtu. Nevýhodou je však nepřesnost tohoto indexu, jelikož nezohledňuje rozdíl mezi svalovou a tukovou tkání (Poděbradská, 2011, p. 51). Dalším parametrem použitým pro zařazení do výzkumné a kontrolní skupiny byl tak obvod pasu.

Deurenberg et al. (2001, pp. 973–979) ve své studii porovnávali hodnocení obezity pomocí bioelektrické impedance a body mass indexu pod kontrolou duální rentgenové absorpciometrie (DEXA). Výsledky ukázaly, že na základě hodnocení BMI bylo 8 % mužů a 7 % žen nesprávně zařazeno mezi obézní. Dalším, závažným zjištěním, bylo zařazení 41 % mužů a 32 % žen do skupiny populace s normálními hodnotami BMI, avšak podle množství tělesného tuku patřili mezi jedince s nadváhou nebo dokonce obezitou. Také studie z roku 2004, která se zabývala posouzením BMI pod kontrolou duální rentgenové absorpciometrie, poukázala na nevýhody BMI jako indikátoru nadváhy a obezity (Goh et al., 2004, pp. 1892–1898). Také výzkum, který prováděl Kennedy, Shea a Sun (2012, pp. 2094–2099) byl zaměřen na porovnání stanovení obezity dle BMI a duální rentgenové absorpciometrie. Celkem se tohoto výzkumu zúčastnilo 1691 mužů a žen starších dvaceti let. Výsledky ukázaly četné množství chyb u obou pohlaví. Početná skupina žen i mužů byla podle BMI nesprávně



klasifikovaná. Ačkoli dle body mass indexu probandi patřili do skupiny s normální váhou nebo nadváhou, dle duální rentgenové absorpciometrie by již měli být zařazeni do skupiny obézních.

Visscher et al. (2001, pp. 1730–1735) naopak porovnávali body mass index (BMI), obvod pasu a poměr pas/boky jako prediktor úmrtí u starších osob. Výzkumu se zúčastnilo celkem 6296 mužů a žen ve věkovém rozmezí 55–102 let. Aby byl snížen vliv kouření na úmrtnost, byli vybráni jen probandi, kteří nikdy nekouřili. Ze všech tří porovnávaných metod byla prokázána možnost odhadnout zvýšené riziko úmrtí jen podle obvodu pasu. Poměr pas/boky ani hodnota BMI dostatečně nevypovídají o viscerální obezitě, a v důsledku toho mohou vznikat nepřesnosti. Výsledky výzkumu poukazují, jak je důležité znát rozložení tukové tkáně v organismu, především pak podíl subkutánního a viscerálního tuku.

## 6.2 Diskuze k výsledkům výzkumu

Cílem této práce bylo porovnat dynamické parametry chůze mezi skupinou neobézních jedinců a jedinců s obezitou. Pro zhodnocení těchto parametrů byla použita plantografická plošina Footscan® (RSCcan International, Belgium). V rámci krokového cyklu byly u probandů porovnávány tři základní parametry – délka kroku, rychlost chůze a doba trvání krokového cyklu. Výsledky v rámci této diplomové práce vyšly při porovnání výzkumné a kontrolní skupiny statisticky nevýznamné, hodnota  $p$  tedy nebyla menší než 0,05.

Silva et al (2018, p. 291–298) zkoumali rozdíly v biomechanice chůze mezi probandy s nadváhou (BMI nad 25 kg/m<sup>2</sup>) a neobézními jedinci (BMI < 24.9 kg/m<sup>2</sup>). Výzkumu se zúčastnilo celkem 24 jedinců středního věku (9 s nadváhou, 15 s normální váhou). V rámci výzkumu byla u obou skupin zkoumána trojrozměrná kinematika dolních končetin a ground reaction forces (GRF), tedy reakční síla. Výsledky studie prokázaly, že jedinci s nadváhou mají menší plantární flexi a také flexi v kyčelním kloubu během úderu paty a střední švihové fáze. Dále byla zjištěna menší extenze v kyčelním kloubu při odrazu. Zároveň výsledky této studie poukázaly na nepřítomnost rozdílu v kadenci chůze, délce kroku a rychlosti chůze mezi oběma skupinami. Rovněž Browning a Kram (2005, pp. 891–899) ve své studii zkoumali preferovanou rychlost chůze u skupiny obézních a neobézních probandů. Ti byli požádáni, aby se několikrát po sobě prošli po padesát metrů dlouhém chodníku. Konečné hodnoty byly následně zprůměrovány. Výsledky studie byly podobné, tedy že není patrný rozdíl v preferované rychlosti chůze mezi těmito skupinami. Browning et al. (2006, pp. 390–398) došli ve své studii také ke stejnému výsledku, tedy že není rozdíl v preferované chůzi mezi

neobézními jedinci a jedinci s obezitou. Naopak Lai, Leung a Zhang (2008, p. 2–6) ve své studii zjistili, že u obézních jedinců byla rychlost chůze menší. Do studie bylo zařazeno 28 jedinců – polovinu tvořili neobézní jedinci, druhou polovinu lidé trpící obezitou. Dále byla v rámci tohoto výzkumu zjištěna odlišnost v délce kroku během chůze, ta byla u skupiny obézních menší.

Nantel, Brochu a Prince (2012, pp. 1790–1793) provedli studii na dětech, aby zjistili, do jaké míry ovlivňuje obezita krokové mechanismy u dospívajících dětí. Výsledky jejich výzkumu potvrdily nepřítomnost rozdílu prostorových a časových parametrů – tedy délky kroku, rychlosti chůze a kadenci. Rozdílná však byla doba trvání fáze jedné opory (Single support phase) – ta byla prokazatelně kratší u dětí s obezitou. Dowling, Steele a Baur (2001, pp. 846–851) provedli studii, které se zúčastnilo 13 obézních dětí a 13 dětí s normální vahou. Jejich cílem nebylo porovnat prostorové a časové parametry chůze, ale především vliv obezity na tlaky vyvíjené na chodidla. Tyto parametry byly zkoumány jak ve statických, tak v dynamických situacích. Výsledky potvrdily, že u obézních dětí je na chodidla vyvíjen mnohem větší tlak. Dochází tak k přetěžování nohou, což může vést též ke strukturálním změnám na dolních končetinách. To může mít následně negativní vliv na celkový vývoj dítěte v dalších letech.

Stenholm, Ko a Ferrucci (2010, p. 1104–1110) v rámci své studie zkoumali specifické charakteristiky chůze v závislosti na hodnotě BMI. Výzkumu se zúčastnilo 164 probandů ve věkovém rozmezí 50–84 let. Účastníci byli rozděleni dle hodnoty BMI do tří skupin – s normální vahou ( $19 \leq \text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$ ), s nadváhou ( $25 \leq \text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$ ) a s obezitou ( $30 \leq \text{BMI} < 40 \text{ kg/m}^2$ ). Každý z účastníků byl následně vybaven speciálními markery, které jim byly aplikovány na přesně stanovené anatomické orientační body. Pro zkoumání potřebných údajů byl použit Vicon 3D systém s kamerovým systémem pro zachycení pohybu. Jedním ze zkoumaných parametrů byla rovněž rychlost chůze. Studie prokázala, že preferovaná rychlost chůze byla tím nižší, čím vyšší byla hodnota BMI.

Silva-Hamu et al. (2013, pp. 507–512) se ve své studii zaměřili na porovnání kinematických parametrů chůze u obézních a neobézních žen. Výzkumnou skupinu tvořilo celkem 24 žen s obezitou, kontrolní skupinu pak 24 žen normální váhy. Průměrná hodnota BMI výzkumné skupiny byla  $31,85 \text{ kg/m}^2$ , u kontrolní skupiny bylo BMI v průměru  $21,82 \text{ kg/m}^2$ . U obou skupin byla měřena rychlost chůze, kadence, délka kroku a změny velikosti úhlů v koleni a kotníku během krokového cyklu. Porovnání lineárních parametrů chůze, na které se výzkum mimo jiné zaměřoval, vyšlo statisticky významné. Všechny parametry – tedy délka kroku, rychlost chůze i kadence, byly výrazně nižší u jedinců trpících obezitou.

V další studii, která byla provedena v roce 2005, byla porovnávána skupina obézních pacientů s předem stanovenými referenčními hodnotami pro Brazílskou populaci. Zkoumané parametry byly podobné jako v předchozí studii. Jednalo se tedy o rychlost, kadenci a délku kroku. Metoda výzkumu byla neobvyklá, nebyly použity žádné speciální tlakové přístroje. Všichni účastníci ponořili nohy do předem připraveného inkoustu a posléze se prošli po speciálním povrchu, na kterém zůstávaly viditelné stopy. Konečné výsledky se shodovaly s předchozí studií. U obézní populace byly všechny výsledné hodnoty (rychlost chůze, kadence, délka kroku) nižší, oproti stanoveným normám Brazílské populace (Souza et al., 2005, pp. 1238–1242).

Řada studií porovnává také další dynamické parametry chůze mezi obézní populací a populací s normální váhou. Například Hill et al. (2001, pp. 1674–1679) se zabývali porovnáním plantárních tlaků během stoje i chůze u jedinců s vyšším a normálním BMI. V obou skupinách byli zastoupeni jak muži, tak ženy. Tímto výzkumem bylo jasně prokázáno, že skupina obézních vyvíjí během chůze i stoje vyšší tlak na chodidlo. Významné zvýšení tlaků při obyčejném stoji bylo viditelné zejména pod patou, střední části nohy a v oblasti metatarsů – u mužů mezi hlavičkami II. a IV. metatarsu, u žen pak mezi hlavičkami III. a IV. metatarsu. Během chůze byl nejvýraznější tlakové rozdíly ve střední části nohy, kdy u skupiny obézních byly tlaky výraznější. Podobnou studii provedli také vědci v Číně, ovšem jejich výzkum byl prováděn na početné skupině dětí, nikoliv na populaci dospělých lidí. Děti byly rozděleny pomocí dle BMI do třech základních skupin – s normální váhou, nadváhou a obézní. Vědci se zabývali, jaký je rozdíl v zatěžování plosky nohy mezi těmito skupinami. Studie dokázala patrný rozdíl mezi zatěžováním chodidla mezi obézními dětmi a dětmi normální váhy. Bylo zřejmé, že děti s vyšší hmotností působí na chodidlo většími tlaky, a to ve všech oblastech chodidla (Yan et al., 2016, pp. 238–249).

Liu a Yang (2017, pp. 2–9) sledovali vliv obezity na dynamickou stabilitu během chůze u skupiny mladých dospělých lidí. Výzkumu se zúčastnilo celkem 44 jedinců, z nichž 23 patřilo do skupiny obézních, zbylých 21 bylo zařazeno do skupiny s normální váhou. Všichni účastníci měli za úkol pětkrát se projít vlastní rychlostí po lineárním chodníku. Na charakteru chůze byly patrné značné rozdíly – ve srovnání se skupinou s normální hmotností chodili obézní výrazně nižší rychlostí, delším a zároveň širším krokem. Dále bylo prokazatelné delší setrvání obézních jedinců ve fázi dvojí opory. Co se týče dynamické stability v průběhu chůze, Liu a Yang došli k výsledkům, které neukázaly významnou odlišnost tohoto parametru mezi oběma skupinami. Došli tedy k závěru, že vyšší hmotnost nemá výrazný vliv na dynamickou stabilitu. Naopak v review, kterou provedl Del Porto et al. (2012, pp. 307, 309),

byl prokázán negativní vliv obezity na rovnováhu probandů během chůze, a následkem toho také zvýšený výskyt pádů u lidí s vyšší tělesnou hmotností.

Obezita má vliv také na funkci svalů dolních končetin. Touto problematikou se zabývala skupina amerických vědců ve své studii z roku 2013. Výzkum byl zaměřen na porovnání funkce svalů na dolních končetinách mezi obézní a neobézní populací. Jednalo se o konkrétní skupinu svalů, a to mm. vasti, m. gluteus medius, m. gastrocnemius a m. soleus. Výzkumnou skupinu tvořilo devět dospělých probandů (8 žen, 1 muž), kontrolní pak celkem deset probandů normální váhy (5 žen, 5 mužů), ve věkovém rozmezí 18-45 let. Do těchto skupin byli účastníci rozděleni dle vypočtené hodnoty body mass indexu. Dalším kritériem pro zařazení do studie byl sedavý, případně středně aktivní životní styl. Úkolem účastníku byla prostá chůze ve dvou odlišných rychlostech. Výsledky této americké studie poukázaly na větší slabost svalů mm. vasti a abduktorů kyčelního kloubu, zejména pak m. gluteus medius, u skupiny obézních. To by mohlo mít za následek změnu kinematiky chůze, a s tím spojené zvýšené riziko poranění pohybového aparátu. Proto je potřeba tyto oslabené svaly vhodným způsobem posilovat (Lerner, Board a Browning, 2013, pp. 978–984).

Ve studii z roku 2015 La Roche et al. (2015, pp. 3–7) zjišťovali, jakým způsobem nadbytek tělesné hmotnosti ovlivňuje energetické nároky při chůzi u starších osob. Do výzkumu bylo zapojeno celkem dvacet šest mužů a žen ve věkovém rozmezí 65-80 let. U všech účastníků byla vypočítána hodnota BMI, podle které byli následně rozděleni do dvou skupin – s normální váhou, s nadváhou či obezitou. Aby nebyly výsledky studie zkreslené, nikdo ze zúčastněných nesměl mít jakékoliv kardiopulmonární, muskuloskeletální nebo metabolické onemocnění. Probandi měli za úkol chodit přirozenou chůzí po chodícím páse ve třech šestiminutových pokusech. Energetické nároky byly stanoveny pomocí nepřímé kalorimetrie. Z výsledků vyplývá navýšení energetických nároků při chůzi u starších osob s nadváhou nebo obezitou. To může mít za následek snížení mobility starších, obézních osob.

Browning et al (2006, pp. 390–398) zkoumali nejen rozdíly v dynamických parametrech chůze mezi obézní a neobézní skupinou, ale zjišťovali také rozdíly mezi muži a ženami. Ověřovali hypotézu, kdy by chůze měla být pro obézní ženy, ve srovnání s obézními muži a muži a ženami s normální váhou, energeticky nejnáročnější. Dále také předpokládali, že rychlost chůze odpovídá takové rychlosti, která minimalizuje energetické nároky při chůzi. Do studie bylo zařazeno celkem 39 probandů (19 obézních, 20 neobézních). Chůze byla energeticky nejnáročnější pro ženy trpící obezitou, méně náročná pak byla pro obézní muže a ženy s normální váhou. Nejméně energeticky náročná byla u neobézních mužů. Všechny skupiny preferovaly takovou rychlost chůze, která pro ně znamenala co nejmenší

energetické výdaje. Podobný výzkum, avšak na dětech provedli v roce 2013 Huang et al. (2013, pp. 72–79). Chůze u obézních dětí byly energeticky náročnější, a to až o téměř 66 %. Je tedy zřejmé, že tělesná hmotnost má dominantní vliv na metabolické nároky během chůze.

Obezita bývá často spojená s bolestí zad, zejména bederní páteře. Proto se Italští vědci Cimolin et al. (2011, pp. 2–7) rozhodli zjistit vliv obezity a bolesti zad na prostou chůzi. Do výzkumné skupiny bylo zařazeno osm žen trpících obezitou ( $BMI \geq 35 \text{ kg/m}^2$ ), a zároveň také chronickou bolestí zad – trvající déle než 3 měsíce. Kontrolní skupina byla dále rozdělena na dvě odlišné skupiny. V první skupině bylo deset obézních žen, u kterých nebyla přítomna chronická bolest zad. V poslední skupině bylo zařazeno 10 žen normální váhy, u kterých byla také vyloučena chronická bolest zad. Výsledky prokázaly u obézních žen s bolestí zad delší dobu setrvání ve fázi dvojí opory a také kratší krok ve srovnání s dalšími dvěma skupinami. Rychlost chůze byla menší u skupiny obézních s bolestí zad ve srovnání se zbylými dvěma skupinami. Kadence chůze a rozsah pohybu v kyčelním kloubu byl však srovnatelný ve všech třech skupinách. Rozdíl byl v abdukci kyčelního kloubu, kde u obou skupin obézních byl rozsah abdukce výrazně vyšší.

Menegoni et al. (2012, pp. 1952–1953) porovnávali posturální stabilitu ve statické poloze u neobézních a obézních mužů a žen. Porovnávaným parametrem byly rychlost COP a pohyb COP v anteroposteriorní a mediolaterální rovině. Experiment byl proveden na silové plošině, na kterou se všichni účastníci postavili bez obuvi, na přesně vyznačené body. Vzdálenost mezi patami byla stanovena na 8 cm. Data ze silové plošiny snímány po dobu šedesáti vteřin. Mezi obézními a neobézními muži byly zjištěny statisticky významné rozdíly v pohybu COP v anteroposteriorní i mediolaterální rovině, kdy u obézních účastníků byly hodnoty výrazně vyšší. U žen byly statisticky významné rozdíly pouze v pohybu COP v anteroposteriorní rovině, nikoli v rovině mediolaterální. Mezi obézními ženami a obézními muži žádné zajímavé rozdíly zjištěny nebyly.

Polští vědci Swider, Furmanek a Blasczyk (2017, pp. 163–164) zjišťovali vliv abdominální obezity na posturální stabilitu u žen středního věku ve stoji. V rámci svého výzkumu porovnávali 80 obézních žen, které byly rozděleny do dvou skupin dle typu obezity, tedy na skupinu androidní a gynoidní (dle WHR). Testování bylo provedeno ve dvou situacích – ve stoji s otevřenými očima a poté ve stoji se zavřenými očima. Výsledky ukázaly razantně větší výchylky centre of pressure (COP) u žen trpících androidním typem obezity, a to ve stoji s otevřenými i zavřenými očima. Také rychlost pohybu COP byla ve stoji se zavřenými očima u této skupiny žen výrazně vyšší. Na horší posturální stabilitu, a tudíž zvýšené riziko pádu u obézní populace (zejména u obezity androidního typu) poukázali ve své

studii také kanadští vědci Corbeli et al. (2001, pp. 133–134). Na vyšší riziko pádů u obézních jedinců upozornili ve své studii také Fjeldstad et al. (2008, pp. 2–3). Ti prováděli výzkum na 128 účastnících trpících obezitou a jejich výsledky porovnávali s 88 neobézními probandy. Prevalence pádu u probandů s obezitou byla o 12 % vyšší než o skupiny s normální váhou. Prevalence úrazu pak byla dokonce vyšší o 18 %.

### 6.3 Limity experimentu

Limitem pro získané výsledky této diplomové práce byl především malý vzorek jednotlivých skupin probandů. Vzhledem k nutnosti sehnat do experimentální skupiny obézní jedince, nebylo shánění jednoduché. Tito lidé si většinou obezitu nepřipouští, případně nesouhlasí s výzkumem nebo nejsou ochotni poskytnout takto citlivé zdravotní údaje o jejich osobě. Část probandů nemohla být do této studie zařazena vzhledem k ortopedickému onemocnění dolních končetin, nebo také z důvodu traumatického poranění. Problémem jsou také přidružená onemocnění, která s obezitou souvisejí. Celkově byla oslovena větší skupina možných obézních probandů, ale vzhledem k uvedeným důvodům, museli být někteří ze studie vyřazeni. Dalším limitem práce bylo hodnocení obezity dle hodnoty BMI a obvodu pasu, které nepatří mezi nejpřesnější. Dalším vhodným ukazatelem pro hodnocení obezity by mohla být kaliperace, neboli měření tloušťky kožních řas pomocí kaliperu. Přesnější hodnocení by umožnila také metoda bioelektrické impedance. Nevýhodou je však vysoká cena takového měření. Mezi další faktory, které mohly měření ovlivnit, patří nehomogenita v rámci věku, pohlaví a dalších parametrů u probandů v experimentální i kontrolní skupině. Obě skupiny byly tvořeny z probandů v produktivním věku 21–40 let. Pro další výzkum by bylo zajímavé do výzkumu zahrnout probandy všech hmotnostních kategorií, napříč celým věkovým spektrem.

Dále mohlo dojít k ovlivnění výsledků práce v důsledku nedostatečného zajištění vhodného prostředí pro výzkum. Přestože měření probíhala v uzavřeném prostředí kineziologické laboratoře na fakultě tělesné kultury v Olomouci, nebylo možné zajistit dostatečně klidnou a tichou místnost. Důležitou roli hraje také psychika vyšetřovaného, která mohla být ovlivněna neznámým prostředím, nedůvěrou k danému vyšetření, a další. Proto mohlo dojít k ovlivnění chůze, která pak nebyla úplně přirozená.

V rámci chůze byly porovnávány tři základní parametry – délka kroku, rychlost chůze a doba trvání krokového cyklu. Pro přesnější a statisticky významnější výsledky by bylo vhodné zvolit další parametry, jako je například velikost opěrné báze nebo také porovnání zatěžování jednotlivých částí chodidla mezi skupinou neobézních jedinců a probandy

s normální váhou. Dalším možným parametrem by mohlo být také rozfázování krokového cyklu a zjištění, jak dlouho daný jedinec setrvává v jednotlivých fázích krokového cyklu.

#### **6.4 Výstup pro klinickou praxi**

Výsledky této diplomové práce nebyly statisticky významné, avšak byly patrné tendence k rozdílům mezi těmito dvěma skupinami probandů. Přestože nebyly prokázány výrazné odlišnosti ve vybraných dynamických parametrech chůze mezi jedinci s normální váhou a obézními jedinci, je zapotřebí dále zjišťovat rozdíly v prosté chůzi mezi obézní a neobézní populací. Tyto odlišnosti v prosté chůzi, vzniklé rozdílnou tělesnou konstitucí, mohou způsobit nevhodné zatěžování nebo dokonce přetěžování některých částí těla, což by mohlo vést ke vzniku nežádoucích patologií (například osteoartritidy, bolesti zad, deformit chodidla).

Pro lidi, u kterých byla pohybová aktivita doposud minimální, je vhodné začít s pohybovou aktivitou pozvolna, postupným zvyšováním jejich běžné fyzické aktivity. Doba trvání této aktivity by se měla postupně navyšovat, aby byla časem vykonávána 30-60 minut, 5x týdně. K nejvhodnějším pohybovým aktivitám pro obézní jedince patří například jízda na kole či rotopedu nebo prostá chůze (Braunerová a Hainer, 2010, p. 20). Je potřeba zajistit, aby nevhodným stereotypem chůze nedocházelo ke zhoršování stavu konkrétního jedince.

Pro dosažení úpravy nevhodného stereotypu chůze u lidí trpících obezitou je samozřejmě nejdůležitějším krokem snížení jejich tělesné hmotnosti (dietní opatření, větší množství pohybové aktivity).

## Závěr

Cílem této diplomové práce bylo porovnat dynamické parametry chůze mezi neobézními probandy a probandy s obezitou různého stupně.

Z dynamických parametrů chůze byly vybrány tři základní měřené parametry – doba trvání krokového cyklu, délka kroku a rychlost chůze. Účastníci výzkumu byli rozděleni do dvou skupin podle vypočítané hodnoty body mass indexu a obvodu v pase. Rozdíly mezi oběma skupinami byly zjišťovány pomocí plantografické plošiny Footscan® (RSscan International, Belgium), po které všichni účastníci výzkumu chodili bez obuvi, přirozenou chůzí. Výsledná data nepoukázala na přítomnost výrazných rozdílů ani v jednom z těchto tří parametrů. Rozdíly v době trvání krokového cyklu, délky kroku, ani rychlosti chůze nebyly statisticky významné. U všech těchto parametrů tak byla zamítnuta nulová hypotéza ve prospěch alternativní hypotézy. Ke stejným výsledkům, tedy že se tyto parametry u obézních a neobézních probandů neliší, došli ve svých studiích také Browning a Kram (2005), Silva et al. (2018) a Browning et al. (2006). Přestože výsledky nevyšly statisticky významně, rozdíly v těchto parametrech zaznamenány byly, nejvíce pak u parametru délka kroku. Ta byla u obézních probandů nižší než u skupiny neobézních. Dále byla v rámci této diplomové práce porovnána také skupina účastníků s obezitou prvního stupně a stejně početná skupina s obezitou druhého stupně. Ani mezi těmito výsledky však nebyly zjištěny žádné statisticky významné hodnoty.

Konečný výsledek měření je vzhledem k nízkému počtu probandů zatížen chybou malých čísel. Skupiny byly také nehomogenní, co se týče věku a pohlaví, což mohlo výsledky měření negativně ovlivnit.

Přestože výsledky této diplomové práce neprokázaly výrazný vliv vyšší hmotnosti těla na krokový cyklus, bylo by určitě přínosné se tomuto tématu dále věnovat. Studie, které by se důkladněji věnovaly této problematice, by se mohly vyvarovat zmíněným limitům práce, a konečné výsledky by tak byly přesnější. Také by bylo vhodné porovnat další parametry chůze, například tlaky a síly působící na chodidlo během krokového cyklu, jako to ve své studii prováděli Hill et al. (2001) a Yan et al. (2016).

Vzhledem k celosvětovému nárůstu počtu obézních, a to nejen mezi dospělými, ale především také mezi dětmi, je potřeba negativní vlivy obezity co nejvíce limitovat. Je důležité, ovlivnit nevhodné pohybové stereotypy při chůzi, které mohou vést k rozvoji nepříjemných patologií, jako jsou například deformity chodidla a další.



## Referenční seznam

ADÁMKOVÁ, V. 2009. *Obezita: příčiny, typy, rizika, prevence a léčba*. Brno: Facta Medica. ISBN 978-80-904260-5-4.

ANANDACOOMARASAMY, A., CATERSON, I., SAMBROOK, P., FRANSEN, M., MARCH, L. 2008. The impact of obesity on the musculoskeletal system. *International Journal of Obesity* [online]. 32(2), 211-222, [cit. 2019-02-13]. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803715. ISSN 0307-0565. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=30000995&lang=cs&site=ehost-live>.

ATA, R. N., THOMPSON, J. K. BOEPPLE, L., MAREK, R. J., HEINBERG, L. J. 2018. Obesity as a Disease: Effects on Weight-Biased Attitudes and Beliefs. *Stigma and Health* [online]. 3(4), 406-416, [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=pdh&AN=2017-40481-001&lang=cs&site=ehost-live>.

BIZOVSKÁ, L., JANURA, M., MÍKOVÁ, M., SVOBODA, Z. 2017. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5260-9.

BRANDON, J. L., PROCTOR, L. 2008. Comparison of BMI obesity classification in men and women. *International Journal of Fitness* [online]. 4(2), 1-8 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=34264747&lang=cs&site=ehost-live>.

BRAUNEROVÁ, R., HAINER, V. 2010. Obezita – diagnostika a léčba v praxi. *Medicina pro praxi* [online]. 7(1), 19-22 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/med/2010/01/05.pdf>.

BRONSTEIN, A. M. c2004. *Clinical disorders of balance, posture and gait* (2<sup>nd</sup> ed.). New York, NY: Distributed in the U. S. of America by Oxford University Press. ISBN 03-408-0657-5.

BROWNING, R. C., BAKER, E. A., HERRON, J. A., KRAM, R. 2006. Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. *Journal of applied physiology* [online] 100(2), 390-398 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappphysiol.00767.2005>.

- BROWNING, R. C., KRAM, R. 2005. Energetic Cost and Preferred Speed of Walking in Obese vs. Normal Weight Women. *Obesity research* [online]. 13(5), 891-899 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1038/oby.2005.103>.
- CIMOLIN, V., VISMARA, L., GALLI, M., ZAINA, F., NEGRINI, S., CAPODAGLIO, P. 2011. Effects of obesity and chronic low back pain on gait. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 55(8), 1-7 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1743-0003-8-55>.
- CORBEIL, P., SIMONEAU, M., RANCOURT, D., TEASDALE, N. 2001. Increased risk for falling associated with obesity: Mathematical modeling of postural control. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* [online]. 9, 126-136 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.916.7018&rep=rep1&type=pdf>.
- DA SILVA-HAMU, T. C., FORMIGA, C. K. M. R., GERVÁSIO, F. M., RIBEIRO, D. M., CHRISTOFOLETTI, G., DE FRANÇA BARROS, J. 2013. The impact of obesity in the kinematic parameters of gait in young women. *International Journal of General Medicine* [online]. 6, 507-513 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3699163/pdf/ijgm-6-507.pdf>.
- DE SOUZA, S. A. F., FAINTUCH, J., VALEZI, A. C., ANNA, A. F. S., RODRIGUES, J. J. G., DE BATISTA FONSECA, I. C., SOUZA, R. B., SENHORINI, R. CH. 2005. Gait Cinematic Analysis in Morbidly Obese Patients. *Obesity Surgery* [online]. 15(9), 1238–1242 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1381%2F096089205774512627.pdf>.
- DEL PORTO, H. C., PECHAK, C. M., SMITH, D. R., REED-JONES, R. J. 2012. Biomechanical Effects of Obesity on Balance. *International Journal of Exercise Science* [online]. 5(4), 301-320 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <file:///C:/Users/lastník/Downloads/ir-10403.pdf>.
- DEURENBERG, P., ANDREOLI, A., BORG, P. et al. 2001. Original Communication The validity of predicted body fat percentage from body mass index and from impedance in samples of five European populations. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. 55, 973–979 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/1601254.pdf>.

DOWLING, A. M., STEELE, J. R., BAUR, L. A. 2001. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children. *International Journal of Obesity* [online]. 25(10), 845-852 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://shibboleth.ebscohost.com/Shibboleth.sso/Login?providerId=https://idp.upol.cz/idp/shibboleth&target=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=8853527&lang=cs&site=eds-live>.

ECKEL, R. H. et al. 2009. Harmonizing the Metabolic Syndrome. *Circulation* [online]. 120(16), 1640-1642, [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644>.

FJELDSTAD, C., FJELDSTAD, A. S., ACREE, L. S., NICKEL, K. J., GARDNER, A. W. 2008. The influence of obesity on falls and quality of life. *Dynamic Medicine* [online]. 7(4), 1-6 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://shibboleth.ebscohost.com/Shibboleth.sso/Login?providerId=https://idp.upol.cz/idp/shibboleth&target=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=35703099&lang=cs&site=eds-live>.

FRIED, M. 2005. *Moderní chirurgické metody léčby obezity*. Praha: Grada. ISBN 80-247-0958-9.

GAGE, J. R. *Gait analysis in cerebral palsy*. 1991. Oxford: Mac Keith Press. ISBN 0521412773.

GIANNINI, S., CATANI, F., BENEDETTI, M. G., LEARDINI, A. 1994. *Gait analysis: Methodologies and clinical applications*. Washington, DC: IOS Press. ISBN 9051991703.

GLOY, V. L., BRIEL, M., BHATT, D. L., KASHYAP, S. R., SCHAUER, P. R., MINGRONE, G., BUCHER, H. C., NORDMANN, A. J. 2013. Bariatric surgery versus non-surgical treatment for obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* [online]. 347, 1-16 [cit. 2019-04-24]. ISSN 1756-1833. Dostupné z: <https://www.bmj.com/content/bmj/347/bmj.f5934.full.pdf>.

GOH, V. H. H., TAIN, C. F., TONG, T. Y. Y., MOK, H. P. P., WONG, M. T. 2004. Are BMI and other anthropometric measures appropriate as indices for obesity? A study in an Asian population. *Journal of Lipid Research* [online]. 45, 1892-1898 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://www.jlr.org/content/45/10/1892.full.pdf>.

GROSS, J. M., FETTO, J., SUPNICK, E. R. 2005. *Vyšetření pohybového aparátu: překlad druhého anglického vydání*. Praha: Triton. ISBN 80-725-4720-8.

HAAPANEN, N., MIILUNPALO, S., PASANEN, M., OJA, P., VUOR, I. 1997. Association between leisure time physical activity and 10 year body mass change among working-aged men and women. *International Journal Of Obesity* [online]. 21(4), 288-296 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=mdc&AN=9130026&lang=cs&site=ehost-live>.

HAINER, V. 2011. *Základy klinické obezitologie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3252-7.

HAN, M. O., LEE, N. Y., PARK, H. S. 2006. Abdominal obesity is associated with stress urinary incontinence in Korean women. *International Urogynecology Journal* [online]. 17(1), 35-39 [cit. 2019-02-24]. ISSN 0937-3462. Dostupné z: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00192-005-1356-8.pdf>.

HILLS, A. P., HENNING, E. M., MCDONALD, M., BAR-OR, O. 2001. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity* [online]. 25, 1674–1679 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/0801785>.

HLAVATÝ, P. 2009. Farmakoterapie obezity. *Interní medicína pro praxi* [online]. 11(4), 171-174, [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2009/04/06.pdf>.

HLÚBIK, P. c2014. *Obezita: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře: [novelizace 2014]*. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, Společnost všeobecného lékařství. ISBN 978-80-86998-72-5.

HOBZOVÁ, M. 2010. Syndrom obstrukční spánkové apnoe. *Interní medicína pro praxi* [online]. 12(3), 148-151 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2010/03/08.pdf>.

HRUBY, A., HU, F. B. 2015. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *PharmacoEconomics* [online]. 33(7), 673-689, [cit. 2019-04-13]. DOI: 10.1007/s40273-014-0243-x. ISSN 1170-7690. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1716012279/fulltextPDF/923DF652599247E7PQ/1?accountid=16730>.

HUANG, L., CHEN, P., ZHUANG, J., ZHANG, Y., WALT, S. 2013. Metabolic Cost, Mechanical Work, and Efficiency During Normal Walking in Obese and Normal-Weight Children. *Research Quarterly for Exercise & Sport*[online]. 84, 72-79 [cit. 2019-04-24]. ISSN 0270-1367. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=96356766&lang=cs&site=ehost-live>.

JANURA, M., ZAHÁLKA, F. 2004. *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0930-5.

KASALICKÝ, M. 2011. *Chirurgická léčba obezity*. Prague: Ottova tiskárna. ISBN 978-80-254-9356-4.

KENCHIAH, S. et al. 2002. Obesity and the Risk of Heart Failure. *The New England Journal of Medicine* [online]. 347(5), 305-312, [cit. 2019-02-13]. DOI: 10.1038/35025203. Dostupné z: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa020245>.

KENNEDY, A. P., SHEA, J. L., SUN, G. 2009. Comparison of the Classification of Obesity by BMI vs. Dual-energy X-ray Absorptiometry in the Newfoundland Population. *Obesity* [online]. 17, 2094–2099 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1038/oby.2009.101>.

KIRTLEY, Ch. 2006. *Clinical gait analysis: theory and practice*. Edinburgh: Elsevier. ISBN 0-4431-0009-8.

KO, S. U., STENHOLM, S., FERRUCCI, L. 2010. Characteristic Gait Patterns in Older Adults with Obesity – Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Biomech.* [online]. 43(6), 1104–1110 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2849896/pdf/nihms-168103.pdf>.

KOLÁŘ, P. c2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-807-2626-571.

KRAHULEC, B. c2013. *Klinická obezitologie*. Brno: Facta Medica, Jessenius. ISBN 978-80-904731-7-1.

KRÁLÍČEK, P. c2011. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-618-2.

KUNEŠOVÁ, M. 2004. OBEZITA – ETIOPATOGENEZE, BEZITA – ETIOPATOGENEZE, DIAGNOSTIKA A LÉČBA IAGNOSTIKA A LÉČBA. *Interní medicína pro praxi* [online]. (9), 435-440, [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/int/2004/09/04.pdf>.

KUNEŠOVÁ, M. 2016. *Základy obezitologie*. Praha: Galén, Jessenius. ISBN 978-80-7492-217-6.

LAI, P. P. K, LEUNG, A. K. L., LI, A. N. M., ZHANG, M. 2008. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clinical Biomechanics* [online]. 23(1), 2-6 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.clinbiomech.2008.02.004.

LAROCHE, D. P., MARQUES, N. R., SHUMILA, H. N., LOGAN, CH. R., LAURENT, R. S., GONÇALVES, M. 2015. Excess Body Weight and Gait Influence Energy Cost of Walking in Older Adults. *Medicine and science in sports and exercise* [online]. 47(5), 1017–1025 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4362814/pdf/nihms624935.pdf>.

LERNER, Z. F., BOARD, W. J., BROWNING, R. C. 2014. Effects of Obesity on Lower Extremity Muscle Function During Walking at Two Speeds. *Gait Posture* [online]. 39(3), 978–984 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3960344/pdf/nihms552789.pdf>.

LEVINE, D., RICHARDS, J., WHITTLE, M. 2012. *Whittle's gait analysis* (5<sup>th</sup> ed.). New York: Churchill Livingstone/Elsevier. ISBN 978-0-7020-4265-2.

LIU, Z., YANG, F. 2017. Obesity May Not Induce Dynamic Stability Disadvantage during Overground Walking among Young Adults. *PLoS ON* [online]. 12(1), 1-13 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5235382/pdf/pone.0169766.pdf>.

LUSIS, A. J. 2000. Atherosclerosis. *Nature* [online]. 6801(407), 233-241, [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2826222/pdf/nihms-175461.pdf>.

- MENEGONI, F., GALLI, M., TACCHINI, E., VISMARA, L., CAVIGIOLI, M., CAPODAGLIO, P. 2009. Gender-specific Effect of Obesity on Balance. *Obesity* [online]. 17(10), 1951-1956 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1038/oby.2009.82>.
- NANTEL, J., BROCHU, M., PRINCE, F. 2006. Locomotor Strategies in Obese and Non-obese Children. *Obesity* [online]. 14(10), 1789-1794 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1038/oby.2006.206>.
- NEČAS, E. 2000. *Obecná patologická fyziologie*. Praha: Karolinum, Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 802460051x.
- NEUMANNOVÁ, K., JANURA, M., KOVÁČIKOVÁ, Z., SVOBODA, Z., JAKUBEC, L. 2015. *Analýza chůze u osob s chronickou obstrukční plicní nemocí*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4704-9.
- NUTTALL, F. Q. 2015. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition today* [online]. 50(3), 199-120, [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4890841/pdf/nt-50-117.pdf>.
- OFEI, F. 2005. OBESITY – A PREVENTABLE DISEASE. *GHANA MEDICAL JOURNAL* [online]. 39(3), 98-101, [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1790820/pdf/GMJ3903-0098.pdf>.
- OWEN, K. c2012. *Moderní terapie obezity: [průvodce pro každodenní praxi]*. Praha: Maxdorf, Jessenius. ISBN 978-80-7345-301-5.
- PASTUCHA, D. 2011. *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4065-2.
- PERRY, J., BURNFIELD, J. M., O'CONNOR, J. C. c2010. *Gait analysis: normal and pathological function* (2<sup>nd</sup> ed.). Thorofare, NJ: SLACK. ISBN 978-1-55642-766-4.
- PODĚBRADSKÁ, R. 2011. Pohybová intervence jako součást léčení nadváhy a obezity. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 18(2), 50–58, [cit. 2019-04-13]. ISSN: 1803-6597. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,url,uid&db=a9h&AN=67068148&lang=cs&site=eds-live&authtype=shib&custid=s7108593>.

POTTIE, P., PRESLE, N., TERLAIN, B., NETTER, P., MAINARD, D., BERENBAUM, F. 2006. Obesity and osteoarthritis: more complex than predicted! *Annals of the Rheumatic Diseases* [online]. 65(11), 1403-1405, [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1798356/pdf/1403.pdf>.

RIPPE, J. M., HESS S. 1998. The role of physical activity in the prevention and management of obesity. *Journal of the American Dietetic Association* [online]. 98(10), 31-38, [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/218395731/fulltextPDF/998DC1CCFD2F4007PQ/1?account%20untid=16730>.

ROSE, J., GAMBLE, J. G. c1994. *Human walking* (2<sup>nd</sup> ed.). Baltimore: Williams & Wilkins. ISBN 0-683-07360-5.

SILVA, F. R., SOUZA MUNIZ, A. M. D., CERQUEIRA, L. S., NADAL, J. 2018. Biomechanical alterations of gait on overweight subjects. *Research on Biomedical Engineering* [online]. 34(4), 291-298 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://shibboleth.ebscohost.com/Shibboleth.sso/Login?providerId=https://idp.upol.cz/idp/shibboleth&target=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=134412666&lang=cs&site=eds-live>.

SUCHARDA, P. 2008. Extrémní obezita. *Zdravotnictví a medicína* [online]. Praha [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/extremni-obezita-369048>.

SVAČINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A. 2000. *Obezita a diabetes*. Praha: Maxdorf. ISBN 8085800438.

SVAČINA, Š., SOUČEK, M., ŠMAHELOVÁ, A., ČEŠKA, R. 2011. *Metabolický syndrom: nové postupy*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4092-8.

SWIDER, J. C., FURMANEK, M. P., BLASCZYK, J. W. 2017. The influence of adipose tissue location on postural control. *Journal of Biomechanics* [online]. 60, 162-169 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0021929017303275?token=1456EA63158708FAC EF449C372AF2CAB61A1D74A862FCFAA5A8AF6A48BB243CA0F2855B1E335BE84097 E19E222875559>.



VALMASSY, R. L. c1996. *Clinical biomechanics of the lower extremities*. St. Louis: Mosby. ISBN 9780801679865.

VAŘEKA, I., VAŘEKOVÁ, R. 2009. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 9788024424323.

VAUGHAN, Ch. L., DAVIS, B. L., O'CONNOR, J. C. c1992. *Dynamics of human gait*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Publishers. ISBN 08-732-2368-3.

VÉLE, F. 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2. vyd.). Praha: Triton. ISBN 80-725-4837-9.

VISSCHER, T. L. S., SEIDELL, J. L., MOLARIUS, A., VAN DER KUIP, D., HOFMAN, A., WITTEMAN, J. C. M. 2001. A comparison of body mass index, waist – hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. *International Journal of Obesity* [online]. 25, 1730–1735 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/0801787.pdf>.

VÍTEK, L. 2008. *Jak ovlivnit nadváhu a obezitu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2247-4.

WHITTLE, M. 2007. *Gait analysis: An introduction* (4<sup>th</sup> ed.). Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-7506-8883-3.

YAN, S., ZHANG, L., LI, X., LI, R., ZHOU, N., CAI, X., YANG, L. 2016. Foot pressure characteristics of chinese overweight and obese children during gait. *Revista de Pielarie Incaltaminte* [online]. 16(3), 237-252 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://shibboleth.ebscohost.com/Shibboleth.sso/Login?providerId=https://idp.upol.cz/idp/shibboleth&target=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=119027795&lang=cs&site=eds-live>.

## Seznam zkratek

ABD	Abdominální
BIA	Bioelektrická impedance
BMI	Body mass index
BPD	Biliopankreatická diverze
CNS	Centrální nervová soustava
COP	Centre of pressure
CT	Computed tomography
DEXA	Duální rentgenová absorpciometrie
GC	Gait cycle
GRF	Ground reaction force
HDL	High density lipoprotein
LAGB	Laparoskopická adjustabilní gastrická bandáž
m.	Musculus
mm.	Musculi
MR	Magnetická rezonance
NMR	Nukleární magnetická rezonance
P	Hladina statické významnosti
p.	Page
RTG	Rentgen
TK	Tlak krve
WHO	World health organisation
WHR	Waist hip ratio

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1</b> Kategorie BMI a zdravotní riziko (Kunešová et al., 2016, p. 9) .....	15
<b>Tabulka 2</b> Popisná statistika parametru délka kroku u neobézních jedinců .....	40
<b>Tabulka 3</b> Popisná statistika parametru délka kroku u obézních jedinců .....	40
<b>Tabulka 4</b> Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u obézních jedinců ....	42
<b>Tabulka 5</b> Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u neobézních jedinců	42
<b>Tabulka 6</b> Popisná statistika parametru rychlost chůze u neobézních jedinců .....	43
<b>Tabulka 7</b> Popisná statistika parametru rychlost chůze u obézních jedinců .....	43
<b>Tabulka 8</b> Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u jedinců s 1. stupněm obezity .....	45
<b>Tabulka 9</b> Popisná statistika parametru doba trvání krokového cyklu u jedinců s 2. stupněm obezity .....	45
<b>Tabulka 10</b> Popisná statistika parametru délka kroku u jedinců s 1. stupněm obezity .....	46
<b>Tabulka 11</b> Popisná statistika parametru délka kroku u jedinců s obezitou 2. stupně .....	46

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1</b> Fáze krokového cyklu (Vaughan, Davis a O 'Connor; 1992, p. 10).....	28
<b>Obrázek 3</b> Box graf statistické významnosti pro parametr průměrná délka levého kroku [cm] .....	41
<b>Obrázek 4</b> Box graf statistické významnosti pro parametr průměrná délka pravého kroku [cm].....	41
<b>Obrázek 5</b> Box graf statistické významnosti pro parametr doba trvání krokového cyklu [ms] .....	43
<b>Obrázek 6</b> Box graf statistické významnosti pro parametr rychlost chůze [m/s].....	44
<b>Obrázek 7</b> Box graf statistické významnosti pro parametr doba trvání krokového cyklu [ms] .....	45
<b>Obrázek 8</b> Box graf statistické významnosti pro parametr délka levého kroku [cm] .....	47
<b>Obrázek 9</b> Box graf statistické významnosti pro parametr délka pravého kroku [cm] .....	47

## **Seznam příloh**

<b>Příloha 1</b> Souhlas Etické komise FZV UP .....	70
<b>Příloha 2</b> Ukázka informovaného souhlasu schváleného Etickou komisí FZV .....	71
<b>Příloha 3</b> Plantografická plošina Footscan® .....	73
<b>Příloha 4</b> Ukázkový report naměřených parametrů chůze .....	74

# Přílohy

## Příloha 1 Souhlas Etické komise FZV UP



Fakulta  
zdravotnických věd

UPOL-2977/1040-2019

Vážená paní  
Bc. Klára Sochorková

2019-09-01

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážená paní bakalářko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Porovnání dynamických parametrů chůze u obézních a neobézních pacientů**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

**souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .**

S pozdravem,



Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.  
předsedkyně  
Etické komise FZV UP

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Fakulta zdravotnických věd  
Etická komise  
Hněvotínská 3, 775 15 Olomouc

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci  
Hněvotínská 3 | 775 15 Olomouc | T: 585 632 880  
www.fzv.upol.cz

Genius loci ...

## Příloha 2 Ukázka informovaného souhlasu schváleného Etickou komisí FZV



Fakulta  
zdravotnických věd

### Informovaný souhlas

**Pro výzkumný projekt:** Porovnání dynamických parametrů chůze u obézních a neobézních pacientů

**Období realizace:** 2018/2019

**Řešitelé projektu:** Bc. Klára Sochorková

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je porovnat, jak se liší dynamické parametry chůze u neobézních jedinců a jedinců s obezitou. Testování proběhne v Kineziologické laboratoři fakulty tělesné kultury v Olomouci na silové plošině. V rámci testování se jedinec projde bez obuvi po silové plošině, která zkoumá potřebná data. Výzkum bude, včetně vstupního vyšetření (stanovení BMI, měření obvodu pasu), trvat přibližně 15 minut. Údaje získané měřením budou následně anonymně statisticky vyhodnoceny a dále použity v diplomové práci.

Z účasti na výzkumu pro Vás nevyplynou žádná rizika, po dobu celého testování u Vás budou přítomen fyzioterapeut. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

### **Prohlášení účastníka výzkumu**

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci  
Hněvotinská 3 | 77515 Olomouc | T: 585 632 880  
www.fzv.upol.cz

budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracovány v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce):

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



### Příloha 3 Plantografická plošina Footscan®



## Příloha 4 Ukázkový report naměřených parametrů chůze

