

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na
posturální stabilitu u pacientů s jednostranným lymfedémem**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Vypracoval:

PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.
Bc. Klára Nechvátalová

Obor Fyzioterapie

Praha, květen 2021

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou diplomovou práci vypracovala samostatně a řádně jsem uvedla a citovala všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne

.....

podpis autorky práce

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce PhDr. Tereze Novákové, Ph.D. za její čas, který věnovala konzultacím, za odborné vedení práce, rady a cenné připomínky. Následně bych chtěla poděkovat fyzioterapeutům ON Kladno za pomoc s organizací při sběru dat a Bc. Markovi Behúnovi za pomoc při statistickém zpracování dat. Také bych chtěla poděkovat všem probandům, kteří se výzkumu zúčastnili, především za jejich spolupráci během měření. Bez nich by tato práce nemohla být dokončena. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat celé své rodině za podporu, kterou mi během psaní práce poskytla.

Abstrakt

Název: Účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na posturální stabilitu u pacientů s jednostranným lymfedémem.

Cíle: Hlavním cílem práce je zjistit, jaký účinek má přístrojová lymfodrenáž na statickou a dynamickou posturální stabilitu jedince s unilaterálním lymfedémem dolních končetin.

Metody: Výzkum probíhal v měsíci říjnu roku 2020. Vzhledem k epidemiologické situaci kolem pandemie Covid-19 se do výzkumu podařilo zařadit 13 probandů ve věku 30-80 let. Obvody dolních končetiny byly měřeny před a po aplikaci přístrojové lymfodrenáže. Posturální stabilita probandů byla testována na posturografu ProKin252 testy: Stability Compared Double Stance, Limits of Stability a Balance Both Feet. Měření těmito testy bylo provedeno před a po intervenci přístrojové lymfodrenáže, která trvala 50 minut. Výsledky obvodů dolních končetin byly zapsány do záznamových archů a výsledky testů byly staženy ze složky pacienta ve formátu PDF, poté zpracovány v programu LibreOffice Calc a pomocí nástrojů knihovny SciPy. Pro výpočet velikosti efektu byly použity statistické metody: Shapiro-Wilkův test, Studentův T-test a Wilkoxonův párový pořadový test. Pro statistické vyhodnocení binárních veličin jsme použili Fisherův exaktní test. Pro analýzu stejnosti rozptylů byl použit Bartlettův test. Hladina významnosti pro statistické metody byla stanovena na $\alpha = 0,05$ a v jednom případě 0,01.

Výsledky: Výsledky studie ukázaly, že jedna aplikace přístrojové lymfodrenáže na dolních končetinách není dostatečná pro statisticky významné ovlivnění statické a dynamické posturální stability probandů s unilaterálním lymfedémem dolních končetin, ve věku 30-80 let, průměrným BMI 35,8 a s převahou 2.stupně lymfedému. Při hodnocení některých dílčích parametrů testů byly shledány trendy ve prospěch použité intervence. Výsledky také naznačují, že probandi přenášejí COP spíše do zadních kvadrantů a na stranu končetiny s lymfedémem.

Klíčová slova: postura, ProKin 252, Stability Compared Double Stance, Limits of Stability, Balance Both Feet, fyzioterapie

Abstract

Title: The effect of instrumental lymphatic drainage of the lower limbs on postural stability in patients with unilateral lymphedema.

Aims: The main aim of this study is to assess the effect of instrumental lymphatic drainage on the static and dynamic postural stability in people with unilateral lymphedema of the lower extremities.

Summary: The study was done in October 2020. Due to the epidemiological situation around the Covid-19 pandemic, 13 probands aged 30-80 years were included in the study. The circumferences of the lower limbs were measured before and after the application of instrumental lymphatic drainage. The postural stability of the probands was tested on the ProKin252 posturograph with the following tests: Stability Compared Double Stance, Limits of Stability and Balance Both Feet. Measurements by these tests were performed before and after instrumental lymphatic drainage intervention, which lasted 50 minutes. Lower limb circumference results were written into recording sheets and test results were downloaded from the patient's file in PDF format. Final data were processed using LibreOffice Calc and SciPy library tools. To calculate differences, the following statistical methods were used: Shapiro-Wilk test, Student's T-test and Wilcoxon paired sequence test. We used Fisher's exact test for statistical evaluation of binary quantities. Bartlett's test was used to analyze the equality of variances. The level of statistical significance was determined to $\alpha = 0,05$ and in one case 0,01.

Results: Results of this study showed that one intervention of instrumental lymphatic drainage on lower limbs is not enough for a statistically significant affect on the static and dynamic postural stability of probands with unilateral lower limb lymphedema, aged 30-80 years, mean BMI 35,8 and with a predominance of grade 2 lymphedema. After an analysis of individual parts of the statistical tests, trends favouring the used intervention emerged. Results also suggest that probands place COP more in the posterior quadrants and on the limb side with lymphedema.

Key words: posture, ProKin 252, Stability Compared Double Stance, Limits of Stability, Balance Both Feet, physiotherapy

Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	10
2.1 Lymfedém.....	10
2.1.1 Anatomie a fyziologie.....	11
2.1.2 Etiologie.....	11
2.1.2.1 Primární lymfedém.....	11
2.1.2.2 Sekundární lymfedém.....	12
2.1.3 Klasifikace stádií.....	12
2.1.4 Klinický obraz.....	13
2.1.5 Diagnostika a diferenciální diagnostika lymfedému.....	14
2.1.6 Léčba.....	15
2.1.6.1 Komplexní dekongestivní terapie.....	15
2.1.6.2 Podpůrná terapie.....	20
2.1.6.3 Chirurgická léčba.....	21
2.1.6.4 Komplikace lymfedému a léčba.....	22
2.1.7 Prognóza.....	22
2.2 Posturální stabilita.....	22
2.2.1 Principy a mechanismy řízení a zajištění posturální stability.....	23
2.2.2 Faktory ovlivňující posturální stabilitu.....	24
2.2.2.1 Faktory biomechanické.....	24
2.2.2.2 Věk.....	27
2.2.2.3 Pohlaví.....	28
2.2.2.4 Senzorická složka.....	28
2.2.2.5 Pohybová aktivita.....	29
2.2.2.6 Psychologické faktory.....	30
2.2.3 Přístrojové vyšetření posturální stability.....	30
2.2.3.1 Statická posturografie.....	31
2.2.3.2 Dynamická posturografie.....	31
2.2.4 ProKin 252.....	31
2.2.4.1 Komponenty a obsluha přístroje.....	32
2.2.4.2 Vyšetření přístrojem ProKin 252.....	34
2.2.4.3 Terapie přístrojem ProKin 252.....	38
3 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY.....	40
3.1 Cíl práce.....	40
3.2 Úkoly práce.....	40
3.3 Výzkumné otázky.....	40
3.4 Hypotézy.....	41
4 METODIKA.....	42
4.1 Metodický postup při vytváření teoretické části práce.....	42
4.2 Metodický postup při vytváření praktické části práce.....	42
4.2.1 Charakteristika sledovaného výzkumného souboru.....	43
4.2.2 Validita a reliabilita měření.....	44
4.3 Použité metody.....	45
4.3.1 Měření obvodů dolních končetin.....	45

4.3.2 Vyšetření přístrojem ProKin 252.....	45
4.3.2.1 Stability Compared Double Stance.....	46
4.3.2.2 Limits of Stability.....	47
4.3.2.3 Balance Both Feet.....	50
4.3.3 Přístrojová lymfodrenáž.....	51
4.4 Sběr dat.....	51
4.4.1 Analýza dat.....	52
5 VÝSLEDKY.....	53
5.1 Obvody dolních končetin.....	53
5.2 Vyhodnocení statického a dynamického testování.....	56
6 DISKUZE.....	69
6.1 Diskuze k hypotéze č. 1.....	70
6.2 Diskuze k hypotéze č. 2.....	73
6.3 Diskuze k hypotéze č. 3.....	74
6.4 Diskuze k hypotéze č. 4.....	75
6.5 Diskuze k hypotéze č. 5.....	76
6.6 Diskuze k limitacím výzkumu.....	77
7 ZÁVĚR.....	79
REFERENČNÍ SEZNAM.....	81
SEZNAM VOLNÝCH PŘÍLOH.....	97

Seznam zkratek

AC	Area of Contact
AP	anterioposteriorní
AS	Area of Support
BBF	Balance Both Feet
BMI	Body Mass Index
BS	Base of Support
C.E.	Closed Eyes
COP	Center of Pressur
COM	Center of Mass
COG	Center of Gravity
DCL	Directional Control
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
EA	Ellipse Area
ES	Effect Size
HK	horní končetina
HKK	horní končetiny
ML	mediolaterální
LLL	lymfedém dolní končetiny (Lower Limb Lymphedema)
LOS	Limits of Stability
O.E.	Open Eyes
PS	posturální stabilita
PSV	posturální rychlost výkyvů (Postural Sway Velocity)
SCDS	Stability Compared Double Stance
SD	Standard Deviation
ULL	lymfedém horní končetiny (Upper Limb Lymphedema)

1 ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá účinkem přístrojové lymfodrenáže na posturální stabilitu u osob s jednostranným lymfedémem dolních končetin. Cílem této diplomové práce je zhodnotit efekt přístrojové lymfodrenáže na posturální stabilitu u pacientů s unilaterálním lymfedémem dolních končetin. Výzkum probíhal v ON Kladno, kde se nachází propioceptivně-stabilometrický přístroj ProKin 252, na kterém byli probandi testováni.

V současné době se odborná veřejnost velmi často zabývá problematikou posturální stabilizace, posturální stability a její kontroly, rovnováhou, balancí a metodami hodnocení těchto jevů. K dispozici je i celá řada zahraničních i místních studií a jiných odborných zdrojů, které se dlouhodobě zaměřují na téma posturální stability. Ve fyzioterapii, ve specializovaných oborech medicíny, ale i v oblasti trenérství a fitness je dnes velmi populární zlepšování stability, trénink posturální stabilizace a stability nebo posílení hlubokého stabilizačního systému páteře. Oproti tomu problematika lymfedému a lymfologie jako vědního oboru je nejvíce řešena až v posledních dvou desetiletích. Dalo by se říci, že v České republice nastal pokrok v diagnostice a léčbě lymfedému až se založením České lymfologické společnosti v roce 1992. Proto se často u těchto pacientů můžeme setkat s pozdní diagnostikou, což je problém u jakéhokoliv jiného chronického onemocnění. I zde je včasná diagnostika a kvalitní komplexní léčba důležitým faktorem v prognóze onemocnění.

V teoretických východiscích této práce je řešena problematika posturální stability a lymfedému. V praktické části jsou diskutovány statisticky vyhodnocené výsledky dat. Pro diskuzi jsou použity převážně zahraniční studie, kterých na toto téma není mnoho. Ve většině případů je řešen vliv biomechanických parametrů, věku, pohlaví, sportu, senzorické složky a psychických faktorů na posturální stabilitu. Nejvíce nalezených studií se zaměřuje na změny postury a posturální stability u žen po ablaci prsu s jednostranným lymfedémem horní končetiny. Byl to jeden z hlavních důvodů výběru této problematiky, ale se zaměřením na dolní končetiny. Podobný výzkum byl doposud realizovaný pouze v jedné studii z roku 2019.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Lymfedém

První zmínka o lymfatických cestách se objevila v Mezopotámii a starém Řecku. Hippokratés popisoval lymfu jako „bílou krev“, kdežto Aristoteles chápal lymfatický systém jako „tubuly s bezbarvou tekutinou“. Mízní cévy objevil až v roce 1622 italský profesor a chirurg Gasparo Asellio zcela náhodou při pitvě psa, když demonstroval svým kolegům nervus recurrens. Jeho objev se tedy stal zcela novou kapitolou anatomie lidského těla pro další generace lékařů po celém světě. Lymfatický systém také patří mezi poslední systémy lidského těla, které se podařilo naplnit kontrastní látkou a rentgenologicky zobrazit (Kafková et al., 2019).

Lymfedém je definován jako vysokoproteinový otok, jenž vzniká nahromaděním vysokomolekulárních látek a volné tekutiny v intersticiu z důvodu dysfunkce lymfatického systému a neadekvátní proteolýzy. Utváří se v důsledku narušené lymfatické drenáže tkání při normální nebo narušené kapilární filtraci. Jedná se o závažné, chronicky probíhající onemocnění postihující zejména končetiny (Eliška et al., 2009). Nebude-li včasné zahájena komplexní terapie, mohou se objevit změny tvaru a funkce končetin, kožní, infekční, neurologické a ortopedické komplikace, které mohou vést k invaliditě. Lymfedém patří mezi chronická onemocnění ovlivňující kvalitu života nemocných, jak po stránce fyzické, tak psychické (Navrátilová, 2009).

Lymfologie řeší problematiku lymfedému a jako vědní obor ji v České republice zastřešuje Česká lymfologická společnost založená v Praze roku 1992. Jedná se o interdisciplinární obor, na němž se podílí tým, jehož součástí jsou: dermatologové, internisté, angiologové, onkologové, revmatologové, rehabilitační lékaři, pediatři, fyzioterapeuti, zdravotní sestry a lymfoterapeuti. K odbornému vyšetření se velká část nemocných dostává na doporučení svého lékaře nebo si vyhledají ošetření sami, jelikož dlouhodobě trpí poruchou lymfatického systému bez adekvátního léčby (Diamantová, 2011).

2.1.1 Anatomie a fyziologie

Lymfatický systém se skládá z lymfatických uzlin, sleziny, thymu, Peyerových plaků a lymfatické tkáně roztroušené v játrech, plicích a kostní dřeni. Jedná se o důležité složky imunitního systému a lymfatických cév, které transportují lymfu z mezibuněčného prostoru do systémové cirkulace. Lymfatické cévy začínají slepě v intersticiu, dále pokračují jako iniciální lymfatické cévy a vzájemným anastomózováním tvoří lymfokapilární síť. Ze sítě lymfatických kapilár se utvářejí prekolektory a kolektory, v jejichž průběhu jsou napojeny lymfatické uzliny. Propojením kolektorů vznikají hlavní mízní kmeny (ductus lymphaticus dexter, ductus thoracicus s rozšířením nazvaným cysterna chyli), které odvádějí lymfu do centrálního žilního systému. K hlavním funkcím mízních cév patří: odvod makromolekulárních látek, zplodin látkové výměny a jejich transport do krevního řečiště, dále absorpce tuků z tenkého střeva a jejich transport do jater. Lymfatické uzliny jsou vmezeřeny v průběhu mízních cév, pracují jako fagocytární filtry a probíhají v nich imunitní pochody. Denně se tvoří zhruba 20 litrů tkáňového moku, z toho se 90% vstřebává zpět do žilní části kapilár (voda s rozpuštěnými krystalickými mikromolekulárními látkami) a 10% se odvádí lymfatickým systémem (makromolekulární látky s osmoticky vázanou vodou). Denně tedy vzniká přibližně 2-4 litry mízy obsahující 80-200 gramů proteinů (Klauzová, 2010).

2.1.2 Etiologie

2.1.2.1 Primární lymfedém

Vzniká v důsledku vrozené anomálie mízního systému jako je dysplázie mízních cév nebo uzlin, vzácněji fibrózou tříselných uzlin, které se bez známé příčiny mění v jizevnatou tkáň. Do této skupiny patří aplastický lymfedém (nezobrazují se žádné lymfatické cesty, aplázie větší oblasti není slučitelná se životem a nebo dítě umírá brzo po porodu), hypoplastický lymfedém (menší množství lymfatických cest než je norma), hyperplastický lymfedém (větší počet normálních nebo širších lymfatických cév). Může se rozvinout jako samostatné onemocnění nebo může být kombinován s jinými dyspláziemi (Ullrichův-Turnerův syndrom, Noonanové syndrom a další). Vyskytuje se

náhodně nebo je hereditárně podmíněný (Nonne-Milroy syndrom, kdy chybí jen lymfatické kapiláry, ale kolektory jsou přítomny a nebo Meige syndrom). Běžná je i klasifikace podle toho v jakém věku se objeví. K rozvoji nemoci může dojít ihned po narození (lymphoedema congenitale), časně do 35 let (lymphoedema praecox) a nebo později po 35. roce (lymphoedema tardum). U syndromu žlutých nehtů je přítomen defekt tkáňové imunity a primární lymfedém je zde provázen chronickými záněty vedlejších dutin nosních, bronchiectáziemi a hromaděním pleurální tekutiny. Lymfangiomy představují přechod mezi dysplázií a nezhoubným nádorem a jsou často provázeny právě primárním lymfedémem (Földi, 2014).

2.1.2.2 Sekundární lymfedém

Otok vzniká jako následek získaného poškození lymfatického systému z různých příčin. Nejčastěji se objevuje iatrogenní lymfedém (pooperační a poradiační), časté jsou také otoky poúrazové a pozánětlivé, méně časté maligní v důsledku útlaku primárním tumorem nebo metastázou, vzácné jsou arteficiální. Na manifestaci se může podílet celá řada faktorů (úrazy, erysipel, chirurgické zákroky, imobilizace končetiny, poštípání hmyzem, delší statická zátěž). Jiná současně se vyskytující onemocnění mohou průběh nemoci zhoršovat, například pravostranné srdeční selhávání, ortopedické potíže, obezita nebo diabetes mellitus (Navrátilová, 2009). Za kombinovaný typ lymfedému je označován otok, na němž se vedle sekundárního lymfedému podílí přidružená choroba. Do této skupiny patří například lipedém, myxedém, chronická žilní insuficience a zánětlivá onemocnění kloubů (Diamantová, 2011).

2.1.3 Klasifikace stádií

0. stádium (latentní lymfedém) se projevuje pouze subjektivními obtížemi bez známek klinické manifestace. Pacient může pociťovat napětí, tíhu, otok oblasti, únavnost nebo bolest. Diagnostika je pouze lymfoscintigrafická.

1. stádium (reverzibilní, intermitentní lymfedém) je typické prosáknutím končetiny. Otok se manifestuje po zátěži, ale mizí při dlouhodobé elevaci dané lokality. Dochází ke stagnaci lymfy a hromaděním proteinů v intersticiu v důsledku narušení poměru mezi resorpcí a transportem tkáňového moku.

2. **stádium** (ireverzibilní lymfedém) se projeví pokud není pacient adekvátně léčen. Otok nemizí ani při dlouhodobé elevaci. Kůže postižené oblasti je tuhá, bledá, edém je špatně stlačitelný, podkoží je v různé míře fibrotizováno.

3. **stádium** (elefantiáza) je edém velkého rozsahu a objemu se zcela fibrotizovaným podkožím, deformitami a úplným omezením hybnosti příslušných kloubů (Marrs, 2007).

2.1.4 Klinický obraz

Lymfedém nejčastěji postihuje právě dolní a horní končetiny, ale může se manifestovat i v oblasti hlavy, krku, trupu a na genitálu. Otok bývá většinou asymetrický. U primárního postižení lymfatického systému dochází k postižení oboustrannému, v různé míře asymetrickému, začíná na periferii končetin a postupuje centrálně. V důsledku lymfostázy jsou zasaženy všechny struktury končetiny. Výsledkem je fibróza a skleróza kůže a podkožního vaziva, zhoršený metabolismus stěny krevních cév, edém a zhoršená funkce pohybového aparátu, která je akcentována nárůstem hmotnosti a objemu končetin (Eliška et al., 2009).

V počátečních stádiích se lymfatický otok jeví jako chladný, měkký, bledé barvy, nebolestivý a při palpaci je možné v kůži vytlačit plastický, rychle mizející důlek. S odstupem času otok tuhne a dochází k tvorbě: deformit končetin, atrofii až zániku nehtových plotének a kožních puchýřků naplněných lymfou, jejichž prasknutí je doprovázeno lymforeou (Diamantová, 2011). Mezi zvláštní klinické znaky patří Stemmerovo znamení, kdy nelze vytvořit kožní řasu na 2. prstu nohy a u primárního lymfedému na ruce. Tzv. kvadrátní prsty se objeví v případě tlaku okolí na měkké tkáni prstů. V pokročilých stádiích se může objevit bradavičnatě změněná kůže s hyperkeratózami (zdroj infekce). Pokud pacient není léčen a zároveň dlouhodobě převládá vyšší stádium lymfedému může vše vyústit ke vzniku lymfatického vředu (Štrinclová, 2009).

2.1.5 Diagnostika a diferenciální diagnostika lymfedému

Základem správného postupu v diagnostice lymfedému je pečlivá anamnéza a fyzikální vyšetření, pod které spadá vyšetření aspekci, palpací a pravidelné standardizované měření obvodů. V rodinné anamnéze pátráme po výskytu lymfatických otoků, erysipelu a nádorů. V osobní anamnéze nás zajímá lokalizace, příčina vzniku, směr šíření otoku, věk pacienta a komplikace v podobě bakteriální infekce (erysipel), virů a plísní. Další důležité informace se týkají prodělaných traumat, operací, hormonálních změn, tumorů, metastáz do mízního systému, radiační léčby, přidružených chorob a parazitárních onemocnění, jenž patří mezi nejčastější příčinu v rozvojových zemích. V alergologické anamnéze zjišťujeme píchnutí hmyzem. Při vyšetření aspekci porovnáváme asymetrii končetin. Na oteklé končetině zaměřujeme pozornost na barvu kůže, lokalitu edému, charakter jizev, hledáme patologické kožní projevy, změny na svalech a kloubech. Při palpaci zjišťujeme teplotu a vlhkost kůže, stav jizev, hodnotíme charakter důlku při stlačení kůže a posuzujeme bolestivost. Dále pátráme po případných paresteziích a testujeme svalovou sílu (Bechyně, 1997).

Po klinickém vyšetření by mělo následovat cévní, případně kardiologické vyšetření a lymfoscintigrafie pro upřesnění správné diagnózy, bez které by nešla stanovit vhodná léčba. K doplňujícím vyšetřením patří magnetická rezonance, počítačová tomografie a ultrasonografie (Slavíková et al., 2010). Poměrně složité může být odlišení lymfedému a flebedému (otok končetin při žilní nedostatečnosti). V pozdních stádiích často dochází ke kombinaci těchto dvou patologických stavů. Pacient by měl být indikován k lymfoscintigrafii, která vyloučí nebo potvrdí účast poruchy mízního oběhu na vzniklém otoku (Zajícavá, 2016). Vhodný diagnostický postup se nachází v přílohách (Příloha č. 3) dle Slavíkové a kolektivu z roku 2010.

Diferenciální diagnostika otoků dolních končetin je velice široká. Pro otoky při kardiální nedostatečnosti, hepatálních a renálních onemocněních je typické, že bývají symetrické a měkké. Otoky při chronické venózní insuficienci jsou perimaleolární s dalšími známkami žilní nedostatečnosti jako jsou varixy, pigmentace, není postižen nárt ani prsty. Edém mohou způsobit například i hormonální poruchy, minerálová dysbalance a nádorová kachexie. Lipedém (odborně lipohyperplázie) je často familiární

a postihuje vždy symetricky obě končetiny v oblasti hýždí a stehen, přičemž v podkoží se hromadí tuková tkáň, která se projevuje typickými dolíčky nepřesně nazývanými jako „celulitida“. Na Klippelův-Trenaunayův syndrom myslíme v případě, že je otok spojen s prodloužením končetiny, hemangiomy a objeví se v mladém věku (Slavíková et al., 2010).

2.1.6 Léčba

Zakladatelem léčby lymfedému v ČR byl MUDr. Miroslav Bechyně, CSc., který otevřel 1. lymfologické pracoviště na Dermatovenerologické klinice Fakultní nemocnice Na Bulovce v roce 1992. Ještě nedávno se v léčbě lymfedému používaly pouze diuretika, což nemělo řádné opodstatnění a kompresivní elastické návleky. V současné době léčba probíhá na specializovaných pracovištích (lymfocentrech), kde je zprostředkována komplexní terapie. Pracují zde speciálně vyškolené lymfoterapeutky pod vedením lékařů (lymfologů) ve spolupráci s celým multidisciplinárním týmem. Cílem komplexní fyzioterapeutické péče je usnadnění a zvýšení resorpce a transportu mízy, stimulace extralymfatického odbourávání proteinů a fibrinolýza tkáňovými makrofágy (Benda, 2007).

2.1.6.1 Komplexní dekongestivní terapie

Komplexní fyzikální léčba lymfedému končetin probíhá ve dvou fázích:

V první fázi se snažíme o redukci otoku, léčíme cíleně všechna kožní onemocnění a provádíme až 2x denně manuální mízní drenáž po dobu 50-70 minut. Následuje přístrojová intermitentní lymfodrenáž stejnou dobu a nakonec přiložení zevní komprese vícevrtevnou bandáží krátkotažným obinadlem, se kterou cvičí 2x denně. Tato fáze probíhá 4-6 týdnů ambulantně nebo při hospitalizaci (Benda, 2007).

Druhá fáze léčby je udržovací. U pacientů s primárním lymfedémem můžeme říci, že je tato fáze prakticky celoživotní. Zatímco u sekundárního lymfedému délka závisí na stupni patologických změn a pohybuje se od několika měsíců až k celoživotnímu ošetřování. Péče o kůži, životní režim, pohybová a dechová cvičení jsou pro obě fáze shodná. Ke změně dojde v bandážování, které je nahrazeno elastickým návlekiem a

frekvence manuální lymfodrenáže je 1x za 14 dnů. Pacienti jednou za 4-6 měsíců podstupují kontrolní vyšetření lymfologem. Pacienti s prognózou dlouhodobé terapie mohou zažádat o předepsání lymfodrenážního přístroje domů (Benda, 2007).

- ***Manuální lymfodrenáž (MLD)***

Tato hmatová technika facilituje fyziologický tok lymfy do předem vyprázdněného mízního systému. Ošetření se tedy provádí od centra (většinou od krku) směrem k periférii alespoň 40 minut. Technika byla vyvinuta E. Vodderou a je modifikována v závislosti na cílené oblasti těla. Základem jsou 4 hmaty, pro které je společným znakem jemnost, neboť lymfatické cévy dostupné při MLD mají průměr méně než 1 mm a síť lymfatických kapilár se nachází pod kůží. Hmaty však musí pracovat dostatečně silně, aby nedocházelo ke klouzání po kůži. Obecně se nemá dosahovat hyperemie, což neplatí u hmatů na uvolňování fibrózy, a proto nelze uvést konkrétní hodnotu optimálního masážního tlaku. Ve fázi posunující se posouvá tekutinu v žádaném směru odtoku a ve fázi uvolňovací se vzdalujeme od tkáně, aby se cévy mohly znovu distálně plnit. Důležitá je tedy pomalá manipulace v tzv. sekundovém rytmu s opakováním na místě zhruba 5-7x, jelikož práce lymfangiomotoriky u zdravých kolektorů je v klidu přibližně 6/minutu (Wittlinger, 2013). V současné době existují důkazy, že manuální lymfodrenáž sama o sobě nestačí na snížení objemu končetiny, ale snižuje bolest, diskomfort spojený s lymfedémem a podporuje fyzické a psychologické fungování (Haesler, 2016)

K základním čtyřem hmatům dle Vodderovy patří:

- a) „Stojící kruhy“ používané na všechny oblasti těla. Hlavními účinky jsou posílení tvorby a transportu lymfy a posouvání tekutiny.
- b) „Pumpovací hmat“ použitelný pro větší nerovné plochy jako jsou paže, dolní končetiny a bok. Účinek je v první řadě posun tekutiny.
- c) „Vypuzovací hmat“ se používá především na oblast končetin. Hlavním účinkem je posun tekutin a působí převážně na epifasciální cévy.

d) „Otáčivý hmat“ je využitelný na kvadranty trupu. Tento hmat zesiluje tvorbu lymfy a její transport, usnadňuje posun tekutin (Wittlinger, 2013).

- ***Přístrojová lymfodrenáž***

V indikovaných případech může být kombinována s přístrojovou lymfodrenáží (přístroje Lymfoven nebo Pneuven), před kterou musí být provedeno manuální vyprázdnění spádových mízních uzlin. Přístrojová komprese po dobu 40–60 minut působí zřetelné zmenšení objemu končetiny především redukcí intersticiální tekutiny, která je odvedena zvýšenou filtrací krevním kapilárním systémem do krve a odkud je ledvinami vyloučena močí ven z těla. Její aplikace musí být vždy indikována a kontrolována lymfologem. Ošetření provádí programovatelný přístroj, ke kterému se připojuje návlek na končetinu. Pod tlakem 30-40 mmHg se plní jednotlivé komory návleku dle zásad lymfodrenáže, tedy od centra směrem k periférii. Přístroj vytváří přirozeně plynulou tlakovou vlnu a umí zároveň ve stejném čase jednu komoru nafukovat a jinou vypouštět. Díky částečnému překrývání komor nevznikají žádná místa s nižším tlakem. Před aplikací musí být manuálně vyprázdněny proximální partie mízního systému, aby nedošlo pouze k posunu otoku nad místo působení návleku nebo do jiných oblastí podkoží, na dolních končetinách nejčastěji do oblasti genitálu (Eliška in Benda, 2007).

Mezi absolutní kontraindikace manuální a přístrojové lymfodrenáže patří aktivní nádorové onemocnění, akutní bakteriální a virové infekce, akutní tromboflebitida a flebotrombóza. K relativním kontraindikacím řadíme dekompenzovanou ischemickou chorobu srdeční a kardiální selhávání, asthma bronchiale, nestabilní hypertenzi, hypertyreózu a graviditu (Slavíková et al., 2010).

- ***Kompresivní léčba***

Bez řádné komprese nemá lymfodrenáž žádný význam. Kompresí se snižuje lymfostáza v intersticiu a redukuje se kapilární filtrace. Ve fázi redukce otoku se používají krátkotažná obinadla nebo vícevrstevné bandáže. V udržovací fázi se používají kompresivní punčochy a návleky II. až IV. kompresivní třídy podle rozsahu otoku. Lékař stanoví vhodný materiál, typ a velikost pomůcky. Pomůcky IV. kompresivní třídy

a zhotovené na míru jsou hrazeny zdravotními pojišťovkami zcela, ostatní jen částečně (Muchová, 2010). Kompresivní návleky a punčochy mají nízkou pružnost, ale vysoký pracovní tlak. Rozdělujeme je podle typu pletení na: kruhově pletené (jemnější), plošně pletené (pro extrémní deformity, pro vyšší kompresní třídy). Mezi speciální kompresivní obvazy a pomůcky patří bandáž Mobiderm pro uvolnění subkutánních tkání s otokem, dá se používat opakovaně jako součást přístrojové lymfodrenáže nebo pod krátkotažné obinadlo. Dále kompresivní návleky Mobiderm sloužící ke stabilizaci otoku v období udržovací fáze. CircAid je alternativou bandážování během redukční fáze otoku a má vysoký pracovní tlak (Zajícová, 2016).

- ***Pohybová a dechová cvičení***

Pohybová a dechová cvičení jsou nejsilnějším lymfokinetickým faktorem. Pacienti provádějí speciální cviky nejméně 2krát denně, alespoň 15 minut. Postižená končetina musí být vždy opatřena zevní kompresí (s výjimkou cvičení ve vodě). Každý cvik se opakuje 5-10krát, vždy s krátkou přestávkou (1-2 min). Cvičí se obvykle s elevací končetin nad srdcem, pohyby se provádějí pomalu, plynule, tahem v plném rozsahu příslušných kloubů, při hlubokém bráničním dýchání. Cvičí se jen do pocitu únavy. Při autodrenáži pacient leží na zádech a stimuluje jízdu na kole. Jeho ruce se mírně posunují po pokožce od kotníků až po stehno. Těmito tahy pomáháme aktivovat tok lymfy. Plavání bychom pacientovi měli doporučit jako hlavní doplňkovou pohybovou aktivitu, dále je vhodná chůze, cyklistika a pilates (Bechyně, 1997; Benda, 2007).

- ***Hygiena kůže a životní režim***

Pacienti s lymfedémem by měli dodržovat určitá pravidla (Čížek, 2013):

- teplota vody při mytí či koupání by neměla přesahovat 30–32 °C,
- používat dezinfekční masti s kyselým pH a hydratační krémy (zabraňují vzniku prasklinek na kůži a rozvoji infekce),
- chránit končetinu před chladem, ale i horkým vzduchem (fén), nechodit na přímé slunce,
- neaplikovat parafinové ani bahenní zábaly, solux či diatermii,

- v případě poranění kožního krytu navštívit ihned lékaře,
- na postižené končetině neměřit tlak, neodebírat z ní krev, neaplikovat injekce ani jiné vpichy (akupunktura, jehličkové EMG), nenosit hodinky či prsteny, prádlo se nesmí zařezávat do kůže,
- v případě nutnosti drobného chirurgického zákroku vždy zvážit přínos a riziko.

- ***Komplementární fyzikální terapie***

Fyzikální léčba zahrnuje kromě lymfodrenáží různé typy koupelí (uhličité, perličkové a vířivky).

Ultrazvuková léčba se skládá ze dvou cyklů: první probíhá 10 dní po dobu 30 minut denně a to výkonem 2 wattů na 1 cm čtvereční s frekvencí 3MHz. Ultrazvuk je aplikován pomocí 10 postupně zapojovaných hlavic, které jsou umístěny do akupunkturních bodů uložených na meridiánech končetiny. Procedura se po 4 měsících znovu opakuje.

Při lymfedému se doporučuje aplikovat magnetoterapii na regionální lymfatické uzliny končetiny, například inguinální až po dobu jedné hodiny, 5x týdně, po dobu 2 týdnů.

U iontoforézy je používají hyaluronidasy, aplikované z anody tak, že jedna ampulka hyázy se rozpustí v jedné ampulce destilované vody.

Použití vibračních masážních strojků je považováno za podpůrnou metodu pro rozvolnění a změkčení tkáně u tuhého lymfedému před následnou manuální lymfodrenáží. Masážní plocha hlavice se pohybuje od 6-9 cm v průměru, pracuje v rozpětí 40-70 Hz a ke vzniku vibrací dochází při tlaku 20 mmHg. Doporučená doba masáže je 10 minut, nedoporučuje se aplikovat na hlavu a krk (Benda, 2007).

Nízkoúrovňová laserová terapie patří k doplňkovým a alternativním metodám, u které byl prokázán účinek při léčbě lymfedému. Paprsky o vlnové délce s nízkou amplitudou zajišťují redukci objemu končetin, změkčují tvrdé a edematózní tkáně a snižují bolest (Omar et al., 2011).

- ***Lymfotaping***

Tapy jsou aplikovány na místa, kde není možno dosáhnout komprese jinými metodami. Tape je přiložen tak, aby odváděl lymfu do spádových uzlin, jestliže jsou vyoperovány nebo nefunkční, tak je nasazen na nejbližší oblast, kde jsou uzliny funkční. Otok se v místě přiložení tapu stane menší, měkkí a bolest ustupuje. Pro lymfatickou korekci využíváme kinesio tape „vějíř“. Tapem je zapotřebí dosáhnout zvrásnění kůže, proto lepíme v protažení segmentu. Jedině tak vznikne v lymfatických kapilárách podtlak a lymfa je z mezibuněčného prostoru lépe nasávána do mízních cév. Tape lepíme bez napětí nebo jen s velmi lehkým 0-20%. Kotva tapu je většinou lokalizována proximálně od místa otoku a do odvodných míst. Jednotlivé pruhy „vějíře“ se smršťují zpět a řídí tak tok lymfy směrem ke kotvě tapu (Kobrová, 2017). Kinezio tape bývá často používán u žen po mastektomii prsu. Ve studii z roku 2019 byl prokázán lepší efekt ve snížení obvodu horní končetiny, síle stisku, Shoulder Pain and Disability Index dotazníku (SPADI) a kvalitě života, než ve skupině s kompresními návleky (Tantawy et al., 2019).

2.1.6.2 Podpůrná terapie

- ***Farmakoterapie***

Nejčastěji se k perorální léčbě lymfedému používají léčiva ze skupiny venofarmak a přípravky pro systémovou enzymoterapii. Aplikace diuretik nemá v současné době své opodstatnění. Nedílnou součástí perorální léčby lymfedému je použití penicilinových antibiotik v terapii podkožních bakteriálních infekcí (erysipel), které jsou v případě lymfedému velice časté. Nejhojněji jsou však užívané proteázy (systémová enzymoterapie, Wobenzym). Účinek proteáz je proteolytický, fibrinolytický, analgetický, reologický, antiedematózní a aktivují imunitní buňky. Působí na změkčení tkání a zlepšují jejich trofiku. Lymfedém je často doprovázen mykotickými onemocněními, k jejichž léčbě se používají vhodná antimykotika. Při nejzávažnější komplikaci, vzniku lymfangiosarkomu, je k léčbě volena radioterapie a chemoterapie (Kluzová, 2010).

- ***Psychoterapie***

Cílem je navázání aktivní spolupráce pacienta na léčebném programu a pracovat tak na zlepšení kvality života. Úkolem psychoterapie je zapojit do léčebného programu rodinu, partnera a samozřejmě i ošetřující personál. Z psychoterapeutického pohledu je důležité rozpoznat osobnostní charakteristiky nemocného a fázi adaptace na onemocnění. V klinické praxi se používá řada psychodiagnostických dotazníků a psychoterapeutických forem v závislosti na aktuálních potřebách nemocného. V poslední době mají pozitivní výsledky telekonference, které umožňují pravidelnou komunikaci mezi pacienty, jejich rodinnými příslušníky a psychologem (Slavíková et al., 2010).

2.1.6.3 Chirurgická léčba

Chirurgická terapie je indikována zcela výjimečně. Používané chirurgické výkony lze rozdělit do dvou základních skupin:

- ***Výkony kauzální (mikrochirurgické)***

Derivační operace usnadňují lymfatický tok tím, že propojí lymfatický systém periferně od obstrukce s žilním systémem. Při rekonstrukční operaci dochází k obcházení neprůchodné oblasti lymfatického systému anastomózou mezi aferentními a eferentními mízními cévami. Stěžejní opodstatnění indikace operace má lymfoscintigrafie (Wald et al., 2012).

- ***Výkony symptomatické (resekce, liposukce)***

Resekce řeší následky chronického lymfedému ve smyslu lipohypertrofie redukcí objemu postižených měkkých tkání. Indikace resekčního výkonů je například u monstrózních elefantiáz, kde je značná fibrotická přestavba kůže a podkoží. Dále hlavně v případě nekončetinové lipohypertrofie (lymfedém stěny břicha, šourku, penisu a vulvy). Liposukce se jeví jako efektivní způsob chirurgické léčby non-pitting lipohypertrofie u pacientů s chronickým primárním či sekundárním lymfedémem horní a dolní končetiny (Wald et al., 2012).

2.1.6.4 Komplikace lymfedému a léčba

Kožní komplikace zahrnují erysipel a interdigitální mykózy, které mohou být vstupní branou pro infekce a zhoršit tak celý průběh nemoci. Erysipel dobře reaguje na penicilinová antibiotika, zatímco v případě mykóz jsou aplikovány různé lékové formy antimykotik dle stavu kůže. Důležitou roli hraje i důkladné ošetření drobných oděrek a zabránění tak vzniku infekce. K ortopedickým komplikacím na dolní končetině patří koxartróza a gonaartróza, dochází k urychlení jejich klinické manifestace. U pacientek s postmastektomickým lymfedémem můžeme pozorovat i další komplikace, jako například syndrom „zmrzlého ramene“ s omezením hybnosti a bolestivostí v ramenním kloubu. Dále vznikají myofasciální změny, úžinové syndromy a chronické záněty měkkých tkání. Zde k léčbě volíme vhodné fyzioterapeutické postupy. Neurologické komplikace se mohou projevit jako senzitivní i motorické neuropatie, včetně komplexního regionálního bolestivého syndromu (Sudeck). Zde opět volíme vhodné fyzioterapeutické postupy. Vzácně může dojít k malignímu zvratu ve formě lymfosarkomu (Stewart-Treves syndrom). Podezření na něj máme při spontánním vzniku ložiska připomínajícího hematoma v terénu lymfedému (Čížek, 2013).

2.1.7 Prognóza

Lymfedém je onemocnění chronické se sklonem k progredování. Lze ho významně terapeuticky ovlivnit, ale nelze ho zcela vyléčit. Čím dříve je stanovena diagnóza, tím rychleji může být zahájena kvalitní komplexní terapie a je lepší i prognóza onemocnění až na výjimky jimiž je angiosarkom. Samotný efekt léčby závisí na příčině otoku. V případě neléčené elefantiázy je jistá invalidita. Existují i formy primárního lymfedému, které spontánně ustoupí, dalo by se říci, že dítě z nich vyrostne. Kvalita života je při lymfedému vždy podstatně omezena (Földi, 2014).

2.2 Posturální stabilita

Posturální stabilita je definována jako schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nekontrolovanému nebo neřízenému pádu. Bývá také chápána jako schopnost kontroly těžiště těla nad opěrnou

plochou (Shumway-Cook et Woollacott, 2011). Na řízení posturální stability se podílí systém senzorický, řídicí a výkonný. Senzorickou složku zastupuje především propiocepce, zrak a vestibulární systém. Řídicí funkci zprostředkovává centrální nervový systém (mozek a mícha). Oslabení nebo výpadek funkce jednoho systému se nemusí hned projevit, a proto vyšetření posturální stability v klidném stoji není často považováno za dostatečně validní, protože až při zvýšené zátěži může dojít k dekompenzaci (Vařeka, 2002a).

Lidské tělo je ve vzpřímeném stoji z biomechanického hlediska nestabilní systém, což je dáno vysoko uloženým těžištěm těla a malou plochou základny, jedná se o případ tzv. „obráceného kyvadla“. Pohyb „kyvadla“ probíhá v sagitální rovině okolo osy procházející hlezenními klouby. Rovnováha je řízena změnami aktivity plantárních flexorů spojenými se změnami reakčních sil podložky. Vektory tíhové síly a vertikální reakční síly se nesmí dostat za osu hlezenního kloubu jinak následuje pád (Winter, Patla et Frank, 1990).

2.2.1 Principy a mechanismy řízení a zajištění posturální stability

Posturální strategie lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří strategie proaktivní (anticipační) a reaktivní. Anticipační strategie zabráňují vychýlení z rovnováhy a zároveň po zahájení pohybu snižují množství pozornosti ke zpětné vazbě a korekci. Obvykle nejsou vědomým procesem, často je zapotřebí trénink a jejich součástí jsou pravděpodobně procesy predikce. Na méně obvyklé situace reagují reaktivní strategie, které se přizpůsobují na základě předchozích zkušeností a očekávání. Jedná se o automatické reakce (Horak et al., 1997).

Druhá skupina zahrnuje strategii statickou a dynamickou. Jedná se o rovnovážné reakce (balanční mechanismy), jimiž se řídicí systém snaží udržet posturální stabilitu při nezměněné ploše kontaktu (Area of Contact, AC). Pokud na labilní ploše nedojde k udržení COP (Centre of Pressure) a COG (Centre of Gravity) v opěrné bázi (Base of Support, BS), řídicí systém vybere dynamickou strategii k navození posturální stability. AC je částečně přemístěno úkrokem, chycením se pevné opory, přičemž dojde ke zvětšení BS. Pokud to nestačí, uplatní se program řízeného pádu za podmínek dobré pohybové koordinace, jinak může dojít i k neřízenému pádu s rizikem závažných

následků. Jednoduše řečeno u strategií statických nedochází ke změně BS, zatímco u dynamických ano. Hlezenní a kyčelní strategii Vařeka řadí ke statickým strategiím. Hlezenní strategie se prakticky využívá jen při klidném stoji, zatímco kyčelní spíše při působení vnější síly. Při působení větších zevních sil jsou zapojeny svaly kyčle, které mají vzhledem k delší páce větší účinnost. Z modelu obráceného kyvadla vyplývá, že ve stoji se BS prakticky nachází pouze před osami hlezenních kloubů. Posturální stabilitu je možné udržet jedinečně využitím momentu síly vznikajícího kontrakcí m. triceps surae, který může být aktivován pouze pokud se COG nachází před osou hlezenních kloubů (Vařeka, 2002b).

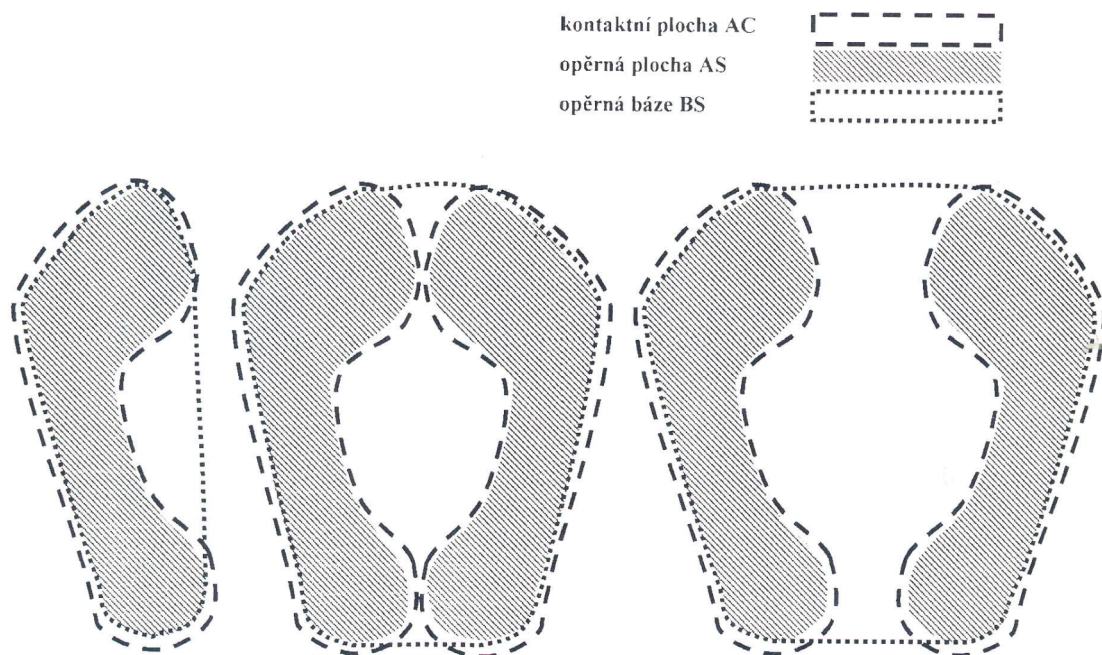
2.2.2 Faktory ovlivňující posturální stabilitu

2.2.2.1 Faktory biomechanické

Véle k fyzikálním faktorům řadí opornou plochu, hmotnost a polohu těžiště, charakter kontaktu těla s opornou plochou, postavení a vlastnosti hybných segmentů (Véle, 1995).

- ***Opěrná plocha (AS, Area of Support), opěrná báze (BS, Base of Support), plocha kontaktu (AC, Area of Contact)***

Opěrná plocha (AS) je ta část podložky, co se nachází v přímém kontaktu s částí těla, kde je realizována opora. Opěrná báze (BS) vzniká spojením všech vnějších hranic opěrné plochy (Bizovská et al. 2017). Opěrná plocha (AS) je tedy tou částí plochy kontaktu (AC), která je aktuálně využita k vytvoření opěrné báze. Opěrná báze (BS) je plocha vymezená nejvzdálenějšími hranicemi AS. Velikost a tvar AS a BS jsou ovlivněny anatomickými faktory, činností CNS a svalovou aktivitou. Změny BS mají skrze propiocepci a exterocepci vliv na řízení posturální stability (Vařeka, 2002a). Parametry BS, AS a AC jsou pro lepší představu znázorněny na obrázku číslo 1.



Obrázek č. 1: Vztah plochy kontaktu, opěrné plochy a opěrné báze (Vařeka, 2002a)

- ***Těžiště (COM, Center of Mass), COG (Center of Gravity), COP (Center of Pressure)***

COM je hypotetický hmotný bod, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla. Z pohledu biomechaniky lze stanovit těžiště pro každý segment zvlášť a následně stanovit COM jako vážený průměr všech těchto segmentů.

COG je vertikální projekce společného těžiště těla do BS a mělo by se promítat vždy do středu BS, aby byl stoj stabilní. Při vychýlení těžiště na jednu stranu, například při zvedání břemene jednou rukou, dochází k pohybu COG k hranicím opěrné báze a tím klesá stabilita.

COP je působiště vektoru reakční síly podložky a je ovlivněno polohou COM a aktivitou svalů bérce. Jeho polohu lze vypočítat jako vážený průměr všech tlaků snímaných senzory z opěrné plochy. Cílem je, aby těžnice procházela BS a COG zůstalo uvnitř BS (Vařeka, 2002a, Bizovská et al. 2017).

- ***Hmotnost a poloha těžiště***

Vychýlení osoby s vyšší hmotností není úplně snadné, neboť jim vyšší hmotnost zvyšuje stabilitu. V případě, že je narušena statická rovnováha, tak vyšší hmotnost představuje

prvek, který obnovení rovnováhy stěžuje (Bizovská et al. 2017). Obezita je obecně spojována s posturální nestabilitou v důsledku rozšířené kontaktní plochy plosky s podložkou a snížení sensorických informací z plosek nohou (Ku et al., 2012). Zvýšené množství tukové tkáně může mít vliv na adaptaci na podnět a omezovat jedince v plánování pohybu. Při neočekávaném zevním podnětu to však může vést ke ztrátě posturální stability a neschopnosti udržet posturální kontrolu (Forhan et Gill, 2013).

Bylo prokázáno, že abdominální obezita přispívá k posunu těžiště (COM) směrem dopředu. Zároveň dochází k projekci těžiště (COG) blíže k hranici báze opory (BS), což vede k vyšším nárokům na udržení rovnováhy a zvyšuje riziko pádu. Při posunu těžiště vpřed dochází zároveň k zvýšení momentu otáčení v koníku, který je podstatný pro tělesnou stabilizaci ve vzpřímené poloze (Corbeil et al., 2001). V další studii z roku 2007 prokázali, že tento posun těžiště směrem vpřed výrazně narušuje předozadní stabilitu. Také prokázali, že redukce váhy u obézních a morbidně obézních mužů vede ke zlepšení posturální stability (Teasdale et al., 2007).

Greve et al. se ve své práci snaží prokázat korelaci mezi posturální nestabilitou a BMI. Zmiňuje, že už 20-ti % nárůst hmotnosti vede ke snížení schopnosti reagovat na vnější podněty, což vede ke zhoršení posturální stability. Pacienti s BMI nad 30 setrvávají více času v nestabilní poloze a obezita má vliv na výběr vhodných motorických strategií k udržení posturální stability (Greve et al., 2007).

- ***Charakter kontaktu těla s opěrnou plochou***

Posturální stabilita by měla být ve vzpřímeném stoji zajištěna také skrze optimální charakter kontaktu plosky s opěrnou plochou. Vhodná obuv dostatečně přilne k terénu a dostatečně adhezivní podešev zajistí plynulý přenos zátěže na podložku s dostatečným tlumením nárazů při dopadu nohy na nepružný terén. Ideální kontakt je mezi podložkou a bosou nohou, přičemž elastické odpružení nárazu zajišťuje klenba nožní. K maximálnímu zatížení a přetížení klenby nožní dochází při zcela nepružné bázi opory, a proto vhodná obuv zlepšuje podmínky pro udržení posturální stability. Zatímco nevhodná obuv adaptabilitu nohy zhoršuje (Véle, 1995).

- ***Postavení a vlastnosti hybných segmentů***

Z biomechanického pohledu je lidské tělo systémem tvořeným množstvím segmentů, a proto je vzpřímený stoj na dvou dolních končetinách i z tohoto pohledu nestabilní (Vařeka, 2002a). Postavení jednotlivých segmentů osových orgánů utváří celkový vzhled postury. V ideálním případě jsou jednotlivé segmenty v harmonicky vyrovnané linii, tvar postury je nejen estetický, ale ani nedochází k předčasné únavě nebo zvýšenému opotřebení struktur. Pohyb založený na bázi takové postury je ekonomický a vyrovnaný (Véle, 2006). Zvýšená tuhost tkání pohybový rozsah omezuje, ale stabilita se tím zvyšuje. To se uplatňuje u patologických stavů, kdy zhoršený stabilizační program nahradí zvýšená tuhost tkání (Véle, 1995).

2.2.2.2 Věk

Při posturálně náročných situacích v dětském věku dochází k tzv. „en block“ strategii, která umožní pohyb díky tomu, že páteř a hlava se pohybují jako jeden celek. Dochází tedy ke zmenšení počtu stupňů volnosti v kloubech. Mezi 1. a 3. rokem života dítě používá „en block“ strategii při chůzi po rovině. Koordinace při chůzi je tím usnadněna, jelikož do CNS vstupuje mnohem méně sensorických informací ke zpracování. Ve vyšším věku dítě tuto strategii používá pouze při chůzi po nerovném terénu. Přibližně od šesti let věku dítěte je stabilita zlepšována v posturálně náročnějších situacích. Postupně dochází k větší diferenciaci pohybu v segmentech trupu. V osmi letech je dítě schopno kontroly hlavy a trupu i při chůzi po nerovném povrchu. Dochází tedy k postupné progresi koordinačních schopností a fixaci pohybových stereotypů (Faladová, Nováková, 2009).

Dle studie z roku 2007 jsou děti ve věku mezi 12. a 14. rokem schopné využívat balanční strategie jako mladí dospělí lidé, přestože rozdíl v úrovni posturální stability u těchto dvou skupin je stále patrný po stránce zavádějících zrakových vjemů a nezralosti neuromuskulárních mechanismů v případě dětí (Ferber-Viart et al., 2007).

Bylo prokázáno, že průměrné výchylky COP v antero-posterioriním i latero-laterálním směru jsou výrazně nižší u mladých osob. Horší schopnost udržovat posturální stabilitu ve vyšším věku může vyústit v častější pády, které představují jednu z příčin

zdravotních problémů a hlavní odstrašující faktor při každodenní mobilitě (Winter, Patla et Frank, 1990).

Pyykkö a kolektiv v roce 1988 uvádí, že v průběhu stárnutí dochází k postupné degeneraci systému posturální kontroly. Děti zrakový systém nevyužívají efektivně, zatímco u starších lidí je pro posturální kontrolu podstatný. U ostatních věkových skupin se podílí zhruba z 30 %. Proprioceptivní informace také posilují posturální kontrolu o 30 % převážně u dětí, než v seniorském věku. Starší osoby tedy přijímají strategii, při které je nejvíce udržována kontrola vestibulárním a zrakovým systémem (Bizovská et al. 2017).

2.2.2.3 Pohlaví

Celá řada prací se zabývá vlivem pohlaví na posturální stabilitu. V případě dětí můžeme říci, že posturální stabilita dívek dozrává na úroveň dospělých dříve v porovnání s chlapci stejného věku a to přes absenci antropometrických rozdílů mezi pohlavím. Dívky pravděpodobně lépe využívají informace z vestibulárního aparátu (Stambolieva et al., 2012).

Psychologické a fyziologické faktory se také podílejí na zlepšení posturální stability u dívek v dětském věku, které se dokáží lépe soustředit, motivovat a zpracovat senzorycké informace centrálním nervovým systémem. Posturální stabilita dívek je však citlivější k vyřazení některého z kontrolních systémů (zrak, vestibulární a somatosenzorycký systém). Zatímco u chlapců je prokázáno izolovanější vnímání jednotlivými smysly (Smith et al., 2012).

Horší dynamickou stabilitu mužů v porovnání s ženami zmiňuje ve své práci Dallinga et al. (2016). Zajímavým zjištěním je negativní vliv estrogenů na posturální stabilitu v době ovulace, kdy byly zaznamenány největší výkyvy v dynamické rovnováze. Z těchto důvodů by měl být navrhován pohybový program vzhledem k menstruačnímu období, aby se zabránilo riziku pádu a zranění kloubů (Sung et Kim, 2018).

2.2.2.4 Senzorická složka

Somatosenzorycké informace jsou důležitým zdrojem informací pro reaktivní posturální kontrolu a pro tvorbu korekčních balančních reakcí. Zrak, vestibulární systém a

propriocepce jsou tři komponenty sensorické složky, které se zásadně podílejí na zajištění posturální stability. Vzpřímený stoj je zajišťován multisenzorickou integrací z těchto tří zdrojů a zpětnou vazbou. Proprioceptory zaznamenávají pohyby v kloubech a pozici končetin. Semicirkulární kanálky vestibulárního orgánu registrují úhlové zrychlení při pohybech hlavy a otolity ve váčcích blanitého hlemýždě vnitřního ucha slouží k registraci pohybu a polohy těla. Zrakové signály jsou zpracovávány sítnicí a vizuálním kortexem. Vestibulární jádra tak získávají signály o rotačním a translačním pohybu zorného pole (Shumway-Cook et Woollacott, 2011).

Senzorické složky jsou v průběhu stárnutí ovlivňovány, což se projevuje na schopnosti udržet vzpřímený stoj. Míra postižení jednotlivých složek je individuální, nejčastěji však jde o kombinaci více z nich (Kuo, 2005).

Informace z proprioceptorů v posturální kontrole převažuje hlavně ve stoji na stabilním povrchu, zatímco na nestabilním povrchu se více zapojuje zraková a vestibulární kontrola (Mauer et al., 2000).

Vizuální kontrola je zcela zásadní pro udržování posturální stability, jak u dětí, tak dospělých. S přibývajícím věkem dochází ke zhoršení zraku a tedy i stability. Bylo prokázáno, že bez vizuální kontroly je roční prevalence pádu u seniorů daleko větší (Šcibek, 2018).

2.2.2.5 Pohybová aktivita

V řadě studií byl prokázán pozitivní efekt pohybové aktivity a vyšší úroveň posturální stability u sportovců oproti nespportující populaci (Carrick et al., 2007; Hrysomallis, 2011; Bringoux et al., 2000; Sema et al., 2014). Tréninkový proces totiž zvyšuje schopnost používat somatosenzorické a vestibulární informace, což zlepšuje posturální schopnosti (Bringoux et al., 2000).

Dle Skelton je svalová funkce a fyzická kondice nezbytná pro nezávislý život. Fyzická aktivita by měla být specifická pro její účel. Ke zlepšení zdraví a úpravě určitých rizikových faktorů pádu (jako je síla a rovnováha) je vhodná mírná fyzická aktivita (Skelton, 2001).

Všechny prvky posturální kontroly jsou ovlivněny involučními změnami, které následně vedou ke ztrátě rovnováhy a pádům. Fyzická aktivita je tedy důležitým preventivním opatřením. Výsledky této studie u žen ve věku 60 let potvrzují pozitivní vliv fyzické aktivity na posturální stabilitu bez vizuální zpětné vazby. Vizuální zpětná vazba je zásadní pro udržení posturální stability u starších lidí (Ścibek, 2018).

2.2.2.6 Psychologické faktory

Za emoce zodpovídá limbický systém, který lze pokládat za nejstarší část motorického systému. Je považován spíše za systém motivující pohyb, tedy za jeho iniciaci a přípravu na pohyb. Emoce se také promítají do zaujetí atitudy. U lidí se sklony k depresi můžeme pozorovat tendenci k flekčnímu držení těla. Naopak extenční držení těla u osob s manickými epizodami. Postura je tedy ovlivňována psychickým stavem člověka (Véle, 1995).

2.2.3 Přístrojové vyšetření posturální stability

Vedle klinických testů posturální stability se v praxi využívají také přístrojová vyšetření, která jsou sice finančně, technicky a časově náročnější, ale jejich předností je objektivní hodnocení naměřených dat, jejichž výsledky je možno dokumentovat graficky a poskytuje kvantifikovatelné informace s vysokou citlivostí, které nelze vizuálně detekovat. Posturální výkyv se zaznamenává pohybem COP na vodorovných a svislých osách, ze kterých se měří maximální rozsah houpání ve směru anterioposteriorním (AP) a mediolaterálním (ML). Novější systémy mohou extrahovat mnoho komponent při pohybu COP, ale ve většině studií zahrnujících posturální vliv je středem pozornosti měření výkyvů v AP a ML směru (Qazi et al., 2019).

Měření posturální stability se provádí na nepohyblivé (statické, stabilometrické) či pohyblivé (balanční, posturografické) plošině. Tato plošina stanovuje polohu síly působící segmentem těla na plošinu za pomoci senzoru snímající sílu. Statická i dynamická posturografie využívá tlakové desky, které zaznamenávají polohu působiště sil pod chodidly v mediolaterálních (ML) a předozadních (AP) osách ve snaze udržet rovnováhu při chůzi nebo stojí (Bloem, Visser et Allum, 2003).

Základní komponentou takových přístrojů jsou silové plošiny schopné snímat silové parametry tenzometricky nebo piezoelektricky. Tenzometrické plošiny jsou schopny převádět mechanické deformace materiálu na elektrické napětí. Piezoelektrické využívají piezoelektrického jevu, kdy při silovém působení na křemičitou destičku dochází ke vzniku náboje na jejím povrchu. Výsledkem vyšetření je tzv. konfidenční elipsa, která vzniká na základě poloh jednotlivých COP za určitou dobu. Parametry elipsy (např. délka a směr os, velikost obsahu) poskytují informace o stabilitě jedince (Janura et al., 2012).

2.2.3.1 Statická posturografie

Při statické posturografii je platforma silové desky pevná a stabilní. S výjimkou receptorů na kůži plošky nohou jsou při statickém vyšetřování oslovovány smyslové kanály pod fyziologickým prahem. Výchyly při statické situaci jsou vnitřní a předvídatelné, a proto systém spoléhá na některé z vlastních anticipačních modelů (Baratto et al., 2002).

Statická posturografie bývá v klinické praxi často považována za méně relevantní a za pouhou objektivizaci Rombergova testu (Funda, 2008).

2.2.3.2 Dynamická posturografie

Při dynamické posturografii je subjekt nebo samotná platforma záměrně vychylována, aby otestovala schopnost udržovat rovnováhu v nestabilních podmínkách, což umožňuje zkoumat kvalitu spolupráce vizuálních, vestibulárních a somatosenzorických systémů při zajišťování rovnováhy (Bloem, Visser et Allum, 2003).

Při dynamickém vyšetřování jsou oslovovány smyslové kanály výrazně nad fyziologickým prahem, což s sebou nese i výraznější reflexní odpovědi. Výchyly jsou nepředvídatelné a odpověď je založena na reflexech (Baratto et al., 2002).

2.2.4 ProKin 252

Ve své diplomové práci používám přístroj ProKin 252, jedno z prvních zařízení pro bipedální propioceptivní stabilometrické hodnocení, od italské společnosti TecnoBody. ProKin 252 umožňuje cvičení v uzavřeném kinematickém řetězci a poskytuje objektivní

data související s hodnocením rovnováhy, rizika pádu a následků traumat, a to díky vizuální a zvukové podpoře zpětné vazby nebo použitím her.

Umožňuje zlepšit kvalitu rehabilitačních programů v ortopedické a neurologické oblasti pomocí aplikací, které hodnotí a trénují dynamickou a statickou rovnováhu, řízení přenosu tělesné hmotnosti v bipedální poloze, bedro-pánevní pohyby (stabilita jádra) v sedu, kognitivní a senzomotorické schopnosti dolních končetin a zpětnou vazbu pocitu polohy a pohybu.

Používá se při ortopedické a neurologické léčbě v post akutní fázi pokud je to možné a nebo proveditelné. Využit ho však můžeme i v nelékařské oblasti při testování a tréninku, který se týká držení těla, funkčního tréninku, zdravotního fitness tréninku a při školení o udržení a zvýšení výkonu.

2.2.4.1 Komponenty a obsluha přístroje

Platforma je hlavní komponentou přístroje ProKin 252. Sbírá data v podobě úhlových pohybů, jež jsou převedeny na elektrické impulzy do počítače, kde jsou shromážděny a v kinestetické stopě zobrazeny na dotykovém monitoru. Disponuje funkcí „blok“ při níž dojde k okamžité transformaci z režimu dynamického na režim statický, který je vhodný pro klasický typ stabilometrického hodnocení (Rombergův test, COP atd.) Elektrohydraulický systém řídí stabilitu platformy pomocí regulátoru tlaků, jež umožňuje nezávislé řízení stability na anterioposteriorní a mediolaterální ose. Součástí konstrukce je pevné madlo zajišťující bezpečnost v průběhu hodnocení i při dynamickém cvičení (BTL zdravotnická technika, 2012). Míra nestability závisí na koeficientu nestability s hodnotami od 1 (zcela nestabilní) do 50 (zcela stabilní). Pomocí zpětné reakce kontrolního systému nestability je stabilita mobilní desky automaticky upravena podle hmotnosti dotyčné osoby a dle nastaveného koeficientu nestability (TecnoBody, 2020).

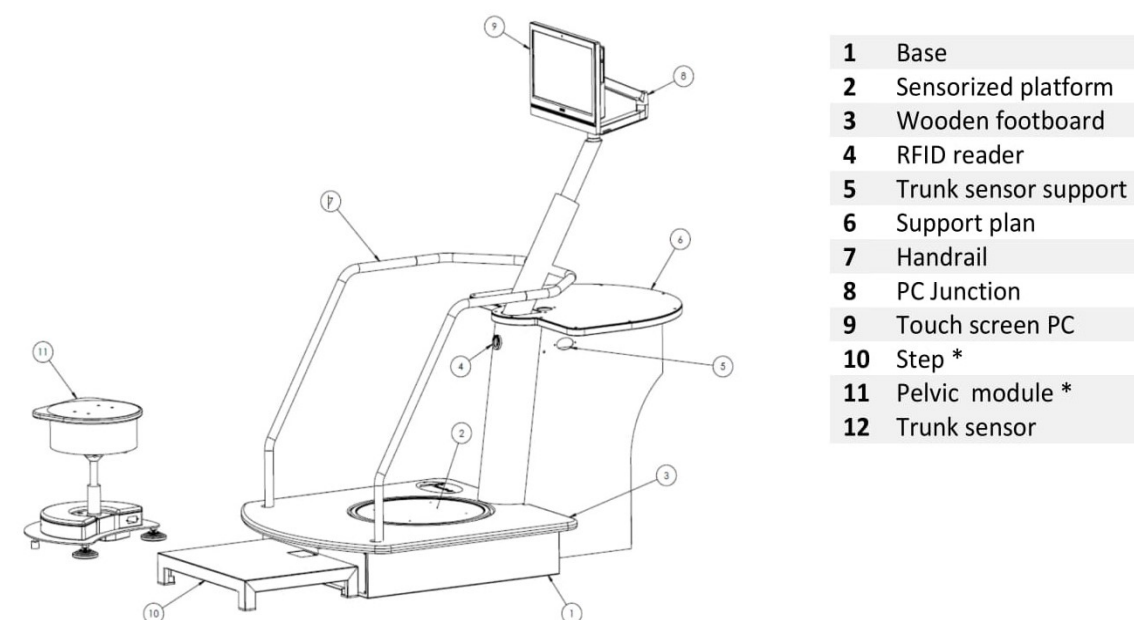
Stabilometrický modul tvoří čtyři silové snímače. Uzavřením pneumatických obvodů se mobilní deska přesně stabilizuje, což umožňuje klasický typ statického stabilometrického vyhodnocení. Doporučuje se nejprve provést statické stabilometrické vyhodnocení a následně dynamické vyhodnocení na základě koeficientů progresivní nestability (BTL zdravotnická technika, 2012).

Monitor slouží k ovládání a poskytuje vizuální zpětnou vazbu, která pacientovi umožňuje vytvořit si srovnání mezi tím, co cítí na proprioceptivní a kinestetické úrovni a tím, co se ve skutečnosti děje na úrovni motorické (BTL zdravotnická technika, 2012).

Hrudní senzor je při standardním stabilometrickém hodnocení důležitý pro vyhodnocení souvislosti mezi inklinací horní části těla a změnou polohy těžiště pacienta. Snímá oscilace trupu, které mohou být akcentovány při nedostatečné posturální funkci dolních končetin (BTL zdravotnická technika, 2012).

Software automaticky navrhuje vhodný rehabilitační trénink ve fázi vyhodnocení. Cílem je, aby s každým pohybem docházelo ke zlepšení proprioceptivního stavu. Varianta v sedu se využívá např. u lidí s míšní lézí, po amputaci dolních končetin a vadného držení těla. Rehabilitační testy a protokoly jsou uloženy ve složce pacienta a je možné je kdykoliv zobrazit za účelem kontroly či srovnávacího testování (BTL zdravotnická technika, 2012).

Výše popsané komponenty jsou pro ilustraci vyobrazeny na obrázku číslo 2.



Obrázek č. 2: Komponenty přístroje ProKin 252 (TecnoBody, 2020)

2.2.4.2 Vyšetření přístrojem ProKin 252

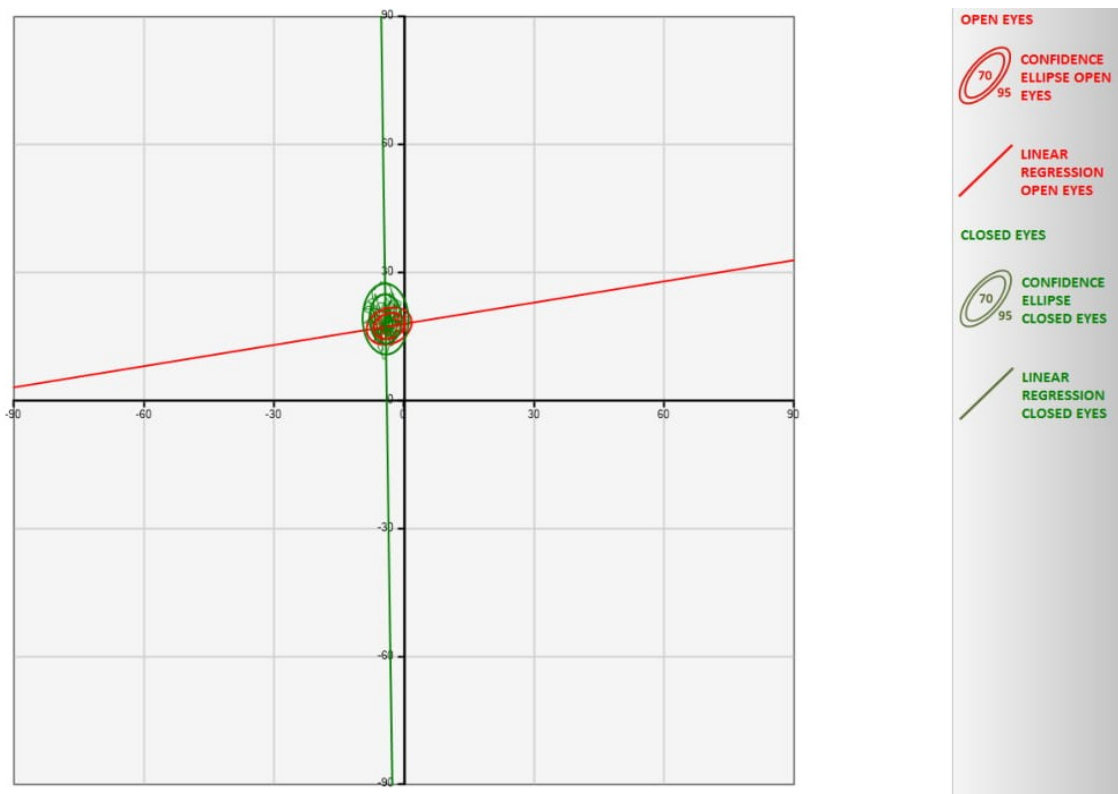
Statické testování

Při statickém testování pacienta se zaměřujeme na vyhodnocení posturální kontroly ve statickém režimu (poloha a změny polohy tělesného těžiště, center of pressure – „COP“). Hodnotíme posturální asymetrie na základě pozice COP ve směru AP a ML. Vyhodnocujeme frekvence a oscilační rychlosti COP (patologie nervového systému), dále oblasti a délky COP, které ozřejmí patologie vestibulární či nervového systému (BTL zdravotnická technika, 2012).

Zkoumání charakteristik COP během provádění testu se provádí hlavně analýzou stabilometrických cest (statokineziogram) a vyhodnocením statistických parametrů. Statokineziogram je reprezentován dvourozměrným grafem, který zobrazuje parametry posunu COP současně v sagitální a frontální rovině. Důležitým znakem statokineziogramu je takzvaný „výkyv“ sledovaný posunem COP během testování. Statokineziogram je obvykle prodloužen v AP směru a že toto prodloužení je silně závislé na poloze dolních končetin a hlavy v prostoru, spíše než na středové čáře těla. Mezinárodní vědecké výzkumy ukázaly, že Center of Mass (COM) zdravého subjektu se nachází 3 cm vpředu od intra-malleolární linie (TecnoBody, 2020).

Parametry statických testů (TecnoBody, 2020):

Plocha elipsy je definována jako oblast, která s 95% pravděpodobností obsahuje střed bodů oscilace. Umožňuje vyhodnotit amplitudu kmitů. Nadměrně velká plocha odpovídá neschopnosti udržet COP ve fyziologických mezích. Plocha elipsy je důležitá hodnota popsaná posuny těžiště (COM). Čím vyšší je tato hodnota, tím horší je výsledek testu, jelikož může docházet k velmi širokému kmitání kvůli neschopnosti periferních nebo centrálních propiocepčních obvodů zvládat a vnímat oscilace. Pro představu je na obrázku číslo 3 znázorněna plocha elipsy při testování s otevřenýma a zavřenýma očima.



Obrázek č. 3: Plocha elipsy při testování se otevřenými a zavřenými očima (TecnoBody, 2020)

Délka obvodu je definována jako statokinesigram nebo-li dvourozměrné znázornění dráhy COP na vodorovné nosné ploše. Jedná se o oblast, ve které je systém člověka schopen identifikovat, vnímat a upravovat nerovnováhy COP. V této oblasti je také možné využít různé strategie pohybu. Pokud je obvod příliš velký nemusí centrální a periferní proprioceptivní okruhy oscilace vnímat a tedy zvládnout je.

Standard deviation A/P (anterio/posteriorní) a M/L (medio/laterální) určuje posunutí ve dvou osách vzhledem k průměrné hodnotě. Tato hodnota je také velmi důležitá pro kvalitativní úsudek. Se stejným průměrem (délkou obvodu) je ve skutečnosti možné mít velmi odlišné extrémní hodnoty.

Average COP je bod určující postavení pacienta ve vztahu ke dvěma osám stabilometrie. Průměrem COP na ose X je místo, kde má pacient tendenci se uchylovat více k jedné straně (např. pozitivní čísla vpravo podporují vznik záporných čísel vlevo). Průměr COP na ose Y určuje zda se subjekt pohybuje více na zánoží či přednoží.

Rombergův index se počítá z hodnot plochy elipsy a perimetru. Jedná se o poměr mezi oblastí získanou během testu se zavřenými očima a otevřenými očima vynásobený hodnotou 100. Pro obvodovou hodnotu se použije stejný matematický výpočet. Normální hodnoty se pohybují mezi 110 a 250. Hodnoty, které překračují toto pásmo normálních hodnot indikují deficit ve statickém řízení rovnováhy z vestibulární či proprioceptivní příčiny. Pokud by byla hodnota mnohem nižší než v pásmu normálních hodnot mohlo by to znamenat, že subjekt má vynikající řízení rovnováhy z vestibulárního a proprioceptivního systému, ale deficit ve vizuálním systému.

Úhel regresní přímky je vyjádřen ve stupních a identifikuje úhel mezi osou Y a regresní přímkou. Poskytuje objektivní data o rozsahu odchylky mezi průměrem oscilací vzhledem k ideální hodnotě 0° , což nastane v případě, že pacient zvládá přirozenou oscilaci na ose X. Hodnoty v rozmezí $\pm 30^\circ$ jsou považovány za fyziologické, vyšší nebo nižší by mohly identifikovat ortopedické nebo neurologické problémy.

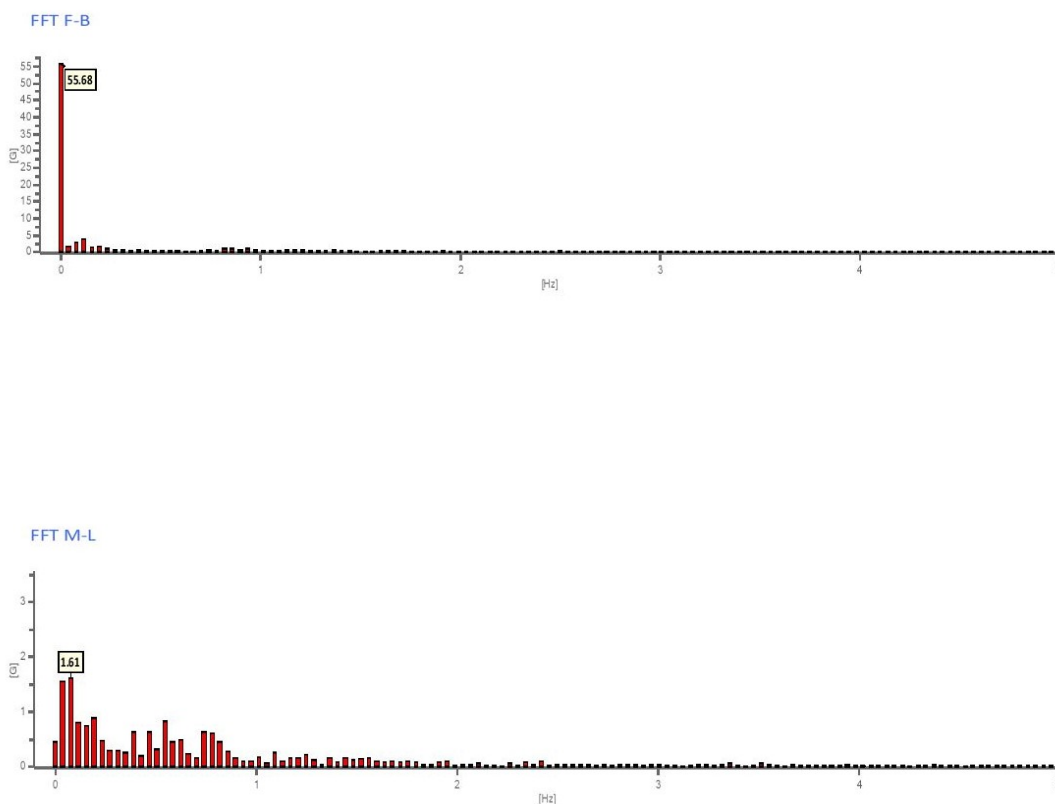
Deviace trupu je důležitým parametrem pro definování kvality statického držení těla a to nejen z hlediska sil působících na zem, ale také při pohybech horní části.

Average speed A/P a M/L udává průměrnou rychlost posunů COP subjektu ve dvou referenčních osách. Tato hodnota společně s hodnotou obvodu nám umožňuje vnímat velikost posunutí, které subjekt provedl během 30 sekund testu. Mnoho studií tento parametr používá jako referenční hodnotu k ověření stability kloubu po rekonstrukci LCA (ligamentum cruciatum anterior).

Oscilace s velmi nízkou frekvencí (asi 0,1 Hz) lze fyziologicky korigovat stojem o širší bázi a bez korekcí. V případě špatné posturální kontroly korekce zvyšují frekvenci a vyskytují se s mnoha dalšími korekcemi oscilace. Tato situace zvětšuje délku obvodu elipsy a vyžaduje větší energetický výdej pacienta k udržení ortostatické polohy, a proto se tento parametr ukazuje jako velmi efektivní pro srovnání.

Na obrázku číslo 4 jsou znázorněny oscilační frekvence vztahující se ke dvěma rovinám (A/P, M/L). Pro přechod z časové do frekvenční domény je nutné použít Fourierovu transformaci, která nám umožní definovat z jakých frekvencí je analyzovaný signál tvořen. Každý biologický signál lze ve skutečnosti považovat za soubor nekonečných

sinusových výrazů s různými amplitudami a frekvencemi, které když sečteme způsobí vznik signálu. Fourierova transformace nám tedy umožňuje sledovat podíl a význam každé frekvence v analyzovaném signálu. Ve stabilometrii je možné vyhodnotit rozložení COP v časové doméně distribuci frekvencí spojených s COP prostřednictvím FFT (Fast Fourier Transform). Tím se získá frekvenční spektrum COP, které se běžně zobrazuje pomocí histogramového grafu ukazujícího $|G|$ modul signálu (jak moc je tato frekvence detekována v rámci testu) jako funkce frekvence. Každý histogram představuje frekvenční rozsah 0,04 Hz (25 histogramů je mezi 0 a 1 Hz) a čím větší je výška histogramu, tím větší bude podíl výše uvedeného frekvenčního rozsahu v grafu COP. U patologických subjektů budou tyto podíly více posunuty směrem k vyšším frekvencím, tedy směrem k frekvencím kolem 1 Hz nebo o něco vyšší (TecnoBody, 2020).



Obrázek č. 4: Oscilační frekvence vztahující se ke dvěma rovinám (TecnoBody, 2020)

Legenda: *F-B* (frontobazálně), *M-L* (mediolaterálně), *FFT* (Fast Fourier Transform), *Hz* (jednotka frekvence)

Dynamické testování

Hodnocení propiocepce ve statické poloze (stabilometrie) se v dynamických situacích často mění. Primární funkcí propioceptivních bipedálních systémů je kvantifikace toho, jak pacient celkově zvládá nestabilní postoj. U dynamického hodnocení postury je koordinována interakce tří soustav: periferní (mechanoreceptory), intermediální (aferentní vestibulární) a centrální (aferentní vizuální) (TecnoBody, 2020).

Parametry dynamických testů (TecnoBody, 2020):

Total index stability (°) je parametr, který vyjadřuje rozptyl s ohledem na optimální hodnotu rovnováhy (tj. střed platformy). Popisuje globální úroveň vyváženosti testovaného subjektu, konkrétně objektivně určuje, jak moc se odchyluje ve snaze udržet platformu zcela paralelně se zemí. Z výsledku lze popsát v jakém z osmi sektorů a čtyřech areách směrem od středu soustavy souřadnic os XY se proband zdržoval nejdéle.

Index stability AP/ML (°) nám řekne podrobnější informace o schopnosti probanda udržovat rovnováhu v AP a ML směru.

Trunk standard deviation (°) je důležité brát v úvahu zejména u dynamických testů, protože použití trupu jako kompenzace může výsledek testu změnit. Identifikuje průměrné posunutí, kterého proband dosáhl během 30 sekund.

Sektor (%) rozděluje platformu na 8 sektorů (S1-S8) a identifikuje, ve které oblasti je proband nejvíce umístěn a procento času stráveného v tomto sektoru.

Area (%) určuje, ve které ze čtyř oblastí směrem od středu soustavy souřadnic os XY se proband zdržoval nejdéle a procentuálně kolik času v ní strávil. Arey jsou hodnoceny následovně: A – sportman, B – normal, C – poor a D – poor (TecnoBody, 2020).

2.2.4.3 Terapie přístrojem ProKin 252

Zařízení ProKin 252 má široké klinické využití v rámci ambulantního provozu rehabilitačního oddělení ON Kladno. Podle výsledků vstupního vyšetření zařízení navrhne vhodnou terapii, která probíhá opět staticky nebo dynamicky dle možností pacienta. Terapie je založena na zpětnovazebných mechanismech s možností korekce a

je doporučeno ji kombinovat se senzomotorickým cvičením na labilních plochách, korekcí stoje a chůze (TecnoBody, 2019).

3 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je prokázat účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na zlepšení kvality posturální stability u osob s jednostranným lymfedémem dolních končetin za pomoci proprioceptivně-stabilometrického přístroje ProKin 252.

3.2 Úkoly práce

Diplomová práce zahrnuje hned několik níže uvedených úkolů k tomu, aby byl co nejefektivněji naplněn cíl práce.

- Rešerše a přehledné zpracování české a zahraniční odborné literatury související s tématem diplomové práce a její následné zpracování do teoretické části.
- Výběr vhodných testů pro vyšetření posturální stability na zařízení ProKin 252.
- Výběr vhodných probandů na základě stanovených kritérií pro přijetí do výzkumu.
- Provedení vlastního měření výzkumu (měření obvodů DKK, statické a dynamické testování na ProKinu 252).
- Shromáždění a statistická analýza získaných dat z jednotlivých měření.
- Zpracování výsledků studie a jejich interpretace, konfrontace s hypotézami.
- Závěr a diskuze.

3.3 Výzkumné otázky

- Dojde ke zlepšení posturální stability u pacientů s jednostranným lymfedémem dolních končetin po aplikaci přístrojové lymfodrenáže?
- Nachází se umístění průměrných hodnot COP na ose XY na straně dolní končetiny s lymfedémem a v zadních kvadrantech?

3.4 Hypotézy

Vzhledem k cílům a výzkumným otázkám byly stanoveny tyto hypotézy:

H1: Předpokládám statisticky významné zlepšení výsledků statického a dynamického testování po přístrojové lymfodrenáži, dojde tedy ke zmenšení konfidenční plochy elipsy v testu Stability Compared Double Stance a indexu stability v testu Balance Both Feet a procentuálnímu nárůstu úspěšnosti plnění testu Limits Of Stability.

H2: Předpokládám, že dojde ke statisticky významnému posunu souřadnic COP na ose X a Y ke středu pravouhlé soustavy souřadnic po přístrojové lymfodrenáži.

H3: Předpokládám, že průměrná hodnota COP X bude statisticky významně směřovat na stranu dolní končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.

H4: Předpokládám, že se hodnoty poměru C.E. / O.E. Area Ratio a Perimeter Ratio statisticky významně posunou zpět do fyziologického rozpětí po přístrojové lymfodrenáži.

H5: Předpokládám, že dojde ke statisticky významnému zlepšení v dosahování cílů testu LOS na straně dolní končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.

4 METODIKA

4.1 Metodický postup při vytváření teoretické části práce

Teoretická část této diplomové práce byla zpracována formou literární rešerše. Zdroje a použitá literatura v této části byly čerpány z dostupné české a anglické literatury o dané problematice. Všechna odborná literatura, ze které bylo čerpáno, byla zapůjčena v Ústřední knihovně Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, dále také v Národní technické knihovně v Praze. Pro vyhledávání odborných článků a studií byly použity internetové databáze: Web of Science, EBSCOhost, PubMed, Scopus a Google Scholar.

Pro vyhledávání v daných knihovnách i uvedených databázích bylo nutné nejprve stanovit klíčová slova pro vyhledávání. Pro českou literaturu jimi byly: posturální stabilita, posturografie, přístrojová lymfodrenáž, lymfedém a lymfedém dolních končetin. Pro anglickou literaturu jimi byly: postural stability, posturography, instrumental lymphatic drainage, lymphedema and lower limb lymphedema.

Všechny získané informace a zdroje byly následně důkladně prostudovány a do teoretické části řazeny do kapitol a podkapitol. Každý použitý zdroj byl náležitě označen citací, dle citační normy ČSN ISO:690 a také uveden v seznamu použité literatury.

4.2 Metodický postup při vytváření praktické části práce

Jedná se o vědecko-výzkumnou práci, která patří mezi kvantitativní experimentální studie. Výzkumný projekt probíhal v průběhu měsíce října roku 2020 v ON Kladno na rehabilitačním oddělení v ambulantní části, která je vybavena čtyřmi přístroji pro lymfodrenáž. Vzhledem k tomu, že praktická část této práce zahrnuje výzkum, kterého se zúčastňují lidé, byla před kompletní realizací samotného výzkumného projektu vytvořena Žádost Etické komisi UK FTVS. Projekt byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 174/2020 dne 3.10. 2020. Na základě schválení projektu byla provedena realizace. Každý z účastníků před vstupem do projektu podepsal informovaný souhlas, jehož znění bylo také schváleno Etickou komisí UK FTVS.

Žádost Etické komisi UK FTVS je uvedena v přílohách (Příloha č. 1) stejně tak vzor informovaného souhlasu (Příloha č. 2).

4.2.1 Charakteristika sledovaného výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl tvořen 13 probandy. Věkové rozpětí, které bylo stanoveno pro zařazení do práce, bylo 18-80 let v době měření. Výsledný průměrný věk probandů byl 60,5 let. Pro tuto studii byl využit záměrný výběr probandů. Vybírání byli probandi s jednostranným lymfedémem dolních končetin bez rozdílu, zda se jedná o primární či sekundární příčinu vzniku onemocnění. Vzhledem k epidemiologické situaci související s pandemií Covid-19 počet vhodných probandů klesl na 13 z původně plánovaných 25. Důvodem bylo uzavření ambulantní části rehabilitačního oddělení. Do výzkumu jsem chtěla zařadit alespoň 5 probandů, které bych sledovala dlouhodobě. Bohužel, ani zde jsem nemohla realizovat svoje plány vzhledem k epidemiologické situaci.

Výzkumný soubor byl vybírán záměrně po splnění určených kritérií, kterými byly:

- věk nad 18 let,
- jednostranný lymfedém dolních končetin.

Z výzkumného souboru také museli být někteří účastníci ještě před započítáním výzkumu vyloučeni, jelikož byla také stanovena kritéria, která probandy přímo vylučovala:

- porucha čítí, propiocepce, vestibulárního systému a zraku,
- centrální či periferní léze nebo jiná porucha nervového systému,
- primárním neuromuskulární onemocnění,
- závažná zranění dolních končetin nebo jejich amputace,
- přítomnost zevního fixátoru,
- těhotné ženy a děti,
- akutní onemocnění v době měření.

Po zohlednění všech uvedených kritérií pro výběr účastníků tvořilo celkový výzkumný soubor 13 probandů, kteří nebyli rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. Kontrolní skupiny nebylo zapotřebí vzhledem k povaze práce, kdy je zjišťován efekt terapie, probandi jsou měřeni před a po aplikaci přístrojové lymfodrenáže. Žádný z

probandů v průběhu výzkumu neporušil pravidla pro zařazení do výzkumu, proto žádný proband z výzkumu v jeho průběhu nebyl vyřazen. Pouze jedna pacientka z důvodu nejistoty při stoji na odjištěné plošině neabsolvovala dynamické testování, ale pouze statické.

4.2.2 Validita a reliabilita měření

Reliabilita posturografických testů platformy je nezbytná pro identifikaci a léčbu poruch souvisejících s posturální stabilitou. Ve studii z roku 1997 byla prokázána reliabilita testu mezních hodnot stability (LOS) testovaném na přístroji Balance Master při testování na zdravé skupině probandů středního věku. Měření dynamické rovnováhy bylo obecně konzistentní napříč několika hodnoceními (Clark, Rose et Fujimoto, 1997).

Validita platformy Technobody byla hodnocena porovnáváním s naměřenými daty na platformě Kistler, jež je považována za zlatý standard. Probandi byli testováni ve statickém stoji s otevřenými i zavřenými očima a s vizuálním zařízením pohybujícím se současně s oscilacemi jejich těla. Tyto 3 podmínky byly měřeny ve stoji na pevném povrchu a na pěnové podložce. Hodnoty COP měřené oběma platformami byly transformovány do referenčního systému pro jejich porovnání. K posouzení reliability byl použit Intraclass Correlation Coefficient (ICC) a Bland Altmanova metoda. Pearsonovy korelační koeficienty pro osy AP a ML byly 1, respektive 0,98. Průměrné rozdíly mezi signály obou platforem byly malé (0,3 a 0,5 mm, respektive pro osu ML a AP). Vizuální vyhodnocení Bland-Altmanových rozptylových grafů neprokázalo zkreslení. Z výsledků plyne, že měření platformou Technobody má dobrou validitu s korelačními koeficienty blízkými 1 (Cattaneo et Jonsdottir, 2009).

V posledním desetiletí proběhla celá řada studií prezentovaných v prestižních časopisech, která zkoumala různé parametry posturální stability přístrojem ProKin 252 u různých nemocí a sportovních profesí (Cattaneo et al., 2014; Cattaneo et al., 2016; Çakmak, Alparslan et Erdal, 2019; Ye et al., 2020; Akyüz, 2017).

4.3 Použité metody

4.3.1 Měření obvodů dolních končetin

Před a po přístrojové lymfodrenáži byly měřeny obvody dolních končetin v místech dle doporučení lymfoterapeutek ON Kladno a na základě zahraničních studií měřících obvody dolních končetin u lymfedému. Měřená místa na DKK byla před přístrojovou lymfodrenáží značena smývatelným fixem, aby nedošlo k chybě měření po terapii. Obvodové míry odebírala u všech probandů vždy stejná osoba pomocí krejčovského metru s přesností na milimetry. Dle instrukcí byl krejčovský metr utahován vždy stejnou silou.

Jedná se o obvodové míry vzaté přes:

- metatarzy,
- nárt,
- kotník,
- 10 cm distálně od distálního okraje patelly,
- patellu,
- 10 cm proximálně od proximálního okraje patelly,
- 20 cm proximálně od proximálního okraje patelly,
- třísko.

4.3.2 Vyšetření přístrojem ProKin 252

K vyšetření pacientů před a po aplikaci přístrojové lymfodrenáže jsem používala zařízení pro propioceptivně-stabilometrické hodnocení a to přístroj ProKin 252 od italské společnosti TecnoBody. Zařízení je k dispozici v ON Kladno na rehabilitačním oddělení v ambulantní části. V rámci diplomové práce jsem na přístroji prováděla statické a dynamické posturografické vyšetření, které bylo automaticky ukládáno do složky pacienta, kam je umožněno zpětně nahlédnout a porovnat tak výsledky vyšetření, případně si je stáhnout ve formátu PDF. Probandi byli před vyšetřením zkorigováni do správné výchozí polohy a obeznámeni s úkoly v testech. Pro rychlou orientaci jsou jednotlivé číselné hodnoty, tak i celý test vyhodnoceny dle jednotného designu barev, kdy zelená vypovídá o velice dobrém výsledku označeném jako „sportman“, žlutě jsou

značeny výsledky hodnocené jako „normal“ a v oranžových barvách se pohybujeme ve slabých výsledcích označených jako „poor“.

4.3.2.1 Stability Compared Double Stance

Test se provádí k posouzení statické rovnováhy v poloze ve stoji nejprve se zrakovou kontrolou a poté s vyloučením zrakové kontroly. Zkouška se provádí udržováním stoje ve vzpřímené poloze po dobu 30 sekund při pohledu na znázorněný cíl na obrazovce (+).

Subjekt je ve standardizované pozici ve stoji s horními končetinami uloženými přirozeně podél těla, pohled směřuje na bílý kříž na černé obrazovce, která je umístěna přibližně 50 cm před obličejem vyšetřovaného. Pro snadné umístění chodidel je platforma vybavena stabilometrickou šablonou. Dle obrázku číslo 5 objekt musí spočívat oběma nohama nad dvěma diagonálními červenými čarami, čímž budeme mít jistotu, že pacientovy nohy budou svírat úhel 30° , což je stanoveno podle požadavků mezinárodního hodnotícího protokolu. Červená vodorovná čára musí procházet přes intramaleolární linii nohou pacienta (TecnoBody, 2020).



Obrázek č. 5: Umístění chodidel
(TecnoBody, 2020)

Tabulka č. 1: Sledované parametry testu Stability Compared Double Stance:

parametr	norma	vyhodnocení parametru
Result [mm ²]	83,49 - 240,56	Čím vyšší je hodnota, tím horší je celkový výsledek testu.
Ellipse area [mm ²]	83,49 - 240,56	
C.E. / O.E. area ratio	110 - 250	Hodnoty nad 250 indikují deficit ve statickém řízení rovnováhy z vestibulárních či proprioceptivních příčin.
C.E. / O.E. perimeter ratio		Hodnoty pod 110 indikují deficit ve statickém řízení rovnováhy ze zrakových příčin.
Average COP X [mm]	vyrovnané postavení (bez směrové preference)	Oba průměry určují postavení pacienta ve vztahu ke dvěma osám stabilometrie. Průměrem COP na ose X je místo, kde má pacient tendenci se uchylovat více k jedné straně (např. pozitivní čísla vpravo podporují vznik záporných čísel vlevo).
Average COP Y [mm]		Průměr COP na ose Y určuje, zda se subjekt pohybuje více na zánoží či přednoží.

Legenda: C.E. (close eyes), O.E. (open eyes)

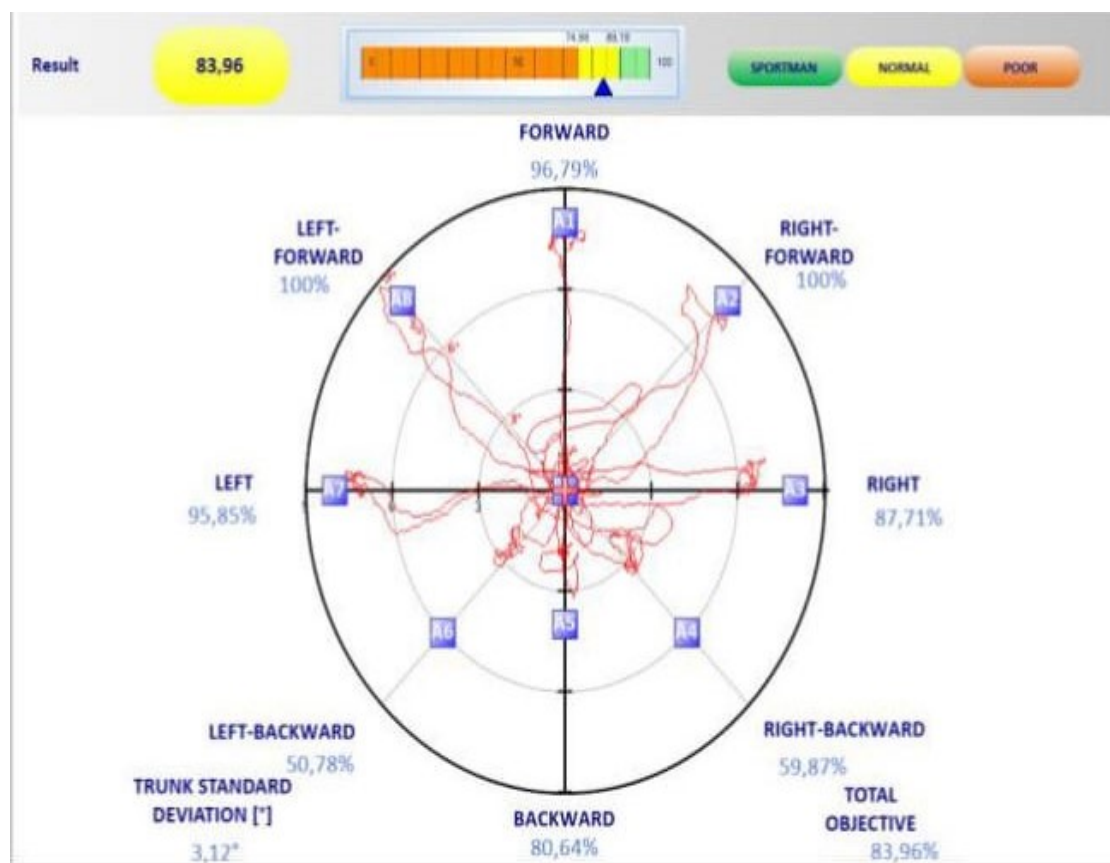
Výsledek testu závisí na velikosti konfidenční plochy elipsy, jejíž velikost se odvíjí od výše sledovaných parametrů v tabulce číslo 1. Čím větší je plocha elipsy, tím horší je výsledek testu (TecnoBody, 2020).

4.3.2.2 Limits of Stability

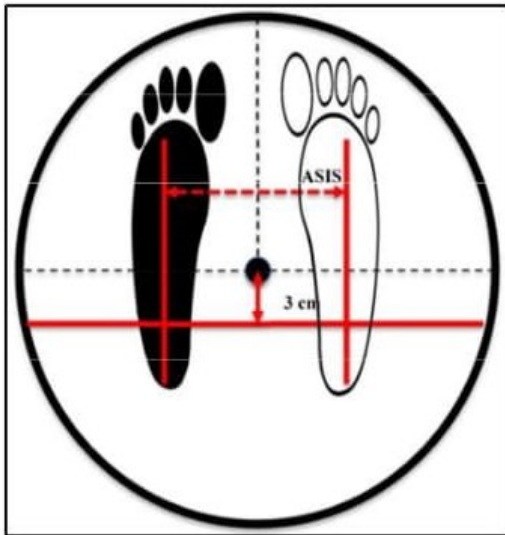
Podobně jako u předešlého testu má vyšetřovaný k dispozici monitor zobrazující kružnici s polohou COP. Na kružnici jsou v tomto případě vyobrazeny body v 8 různých směrech a vzdálenostech od středu, kterých má pacient dosáhnout přenášením váhy. Zcela zásadní pro správné provedení testu je, aby byla během testování zachována

původní opěrná báze a neměnila se tak poloha obou chodidel. K dosažení cíle musí dojít pohybem celého těla, aniž by byl pohyb přerušen na úrovni kyčlí a pohybovali jsme pouze trupem. Při testování se měří za jaký čas a v jaké průměrné procentuální úspěšnosti vyšetřovaný dosáhl osmi bodů (obrázek číslo 6). Doba trvání testu se může lišit v závislosti na schopnosti pacienta provádět pohyby správně a efektivně, minimální délka je přibližně 60 sekund a maximální 90 sekund. Cílem testu je posunout těžiště na maximální dosažitelný limit.

Postavení těla na platformě je stejné jako u předchozího testu s výjimkou umístění chodidel (obrázek číslo 7). Šířka stojné báze je na úrovni předních horních spin pánve (SIAS), nohy jsou postaveny rovnoběžně a intramalleolární linie je umístěna nad červenou čarou na platformě ve vzdálenosti tří centimetrů od středu (TecnoBody, 2020).



Obrázek č. 6: Ilustrační obrázek výsledku testu Limits of Stability (TecnoBody, 2020)



Obrázek č. 7: Umístění chodidel
(TecnoBody, 2020)

Software ve výsledcích zobrazí statokinesiogram všech pohybů provedených během testu tak, že spočte aritmetický průměr procentuálního zisku všech osmi sektorů. Výsledky poskytují informace týkající se kvality pohybů k dosažení cílů. Obecně platí, že uživatelé s vyššími procentuálními zisky budou moci pohybovat s COP více bez rizika pádu nebo pohybu nohou (TecnoBody, 2020).

Tabulka č. 2: Sledované parametry testu Limits of Stability:

parametr	norma	vyhodnocení parametru
Result [%]	> 75%	Hodnota vyšší než 75% je považována za normální a vylučuje riziko pádu.
dosažení cíle [%]	testované cíle	
	A1,A2,A3	Nejlépe zvládá dosahovat cíle v horním pravém kvadrantu
	A3,A4,A5	Nejlépe zvládá dosahovat cíle ve spodním pravém kvadrantu.

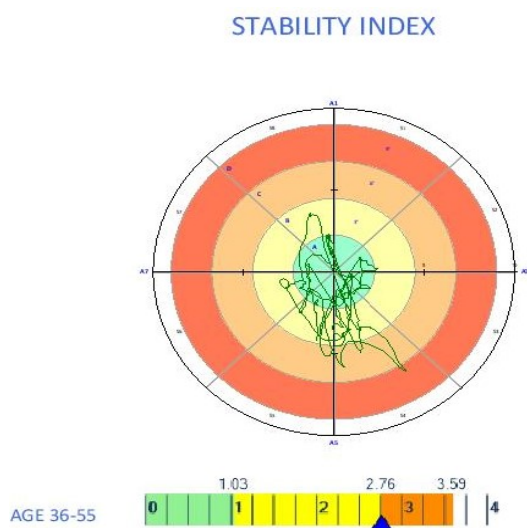
	A5,A6,A7	Nejlépe zvládá dosahovat cíle ve spodním levém kvadrantu.
	A7,A8,A1	Nejlépe zvládá dosahovat cíle v horním levém kvadrantu.

4.3.2.3 Balance Both Feet

Test slouží k posouzení dovedností udržení rovnováhy v nestabilních podmínkách v bipedální poloze. Vyšetřovaný se snaží po dobu 30 sekund udržet rovnováhu na odjištěné plošině. Svoji polohu COP vidí na monitoru jako modrý kříž, který se snaží udržet pokud možno co nejdéle v zelené oblasti. Test je počítačově vyhodnocován na škále od 0 do 100 bodů, kdy 100 bodů znamená maximální dosažitelný výsledek (TecnoBody, 2020).

Výchozí poloha je s rukama v bok a mírně ohnutými koleny, chodidla jsou umístěna na platformě stejně jako u předchozího testu (TecnoBody, 2020).

Na obrázku číslo 8 je ilustrační znázornění výsledku testu Balance Both Feet.



Obrázek č. 8: Ilustrační znázornění výsledku testu Balance Both Feet (vlastní zdroj)

Legenda: AGE 36-55 (pro věkovou skupinu 36 až 55 let)

Tabulka č. 3: Sledované parametry testu Balance Both Feet

parametr	norma	vyhodnocení parametru
Result, total stability index [°]	< 1,03	Hodnotí globální úroveň vyváženosti testovaného subjektu, konkrétně objektivně určuje, jak moc se odchyluje ve snaze udržet platformu zcela paralelně se zemí.

(TecnoBody, 2020)

4.3.3 Příkladová lymfodrenáž

Pacienti podstoupili přístrojovou tlakovou segmentální lymfodrenáž dolních končetin přístrojem Pneuven. Před spuštěním přístroje byly manuálně vyprázdněny akreditovaným terapeutem tříselné a krční lymfatické uzliny pro správný efekt terapie. Následovala terapie, při níž docházelo k cyklické presoterapii končetin návleky s šestnácti vzájemně se překrývajícími komorami. Návlek byl spojen s programovatelným přístrojem, který podle zásad manuální lymfodrenáže pod tlakem 30–40 mmHg plnil postupně jednotlivé komory vzduchem a naráz je vyprazdňoval.

4.4 Sběr dat

Za pomoci lymfoterapeutek byli vybíráni pacienti s jednostranným lymfedémem dolních končetin bez rozdílu, zda se jedná o primární či sekundární příčinu vzniku onemocnění. Pacient byl osloven při příchodu na přístrojovou lymfodrenáž, kde mu byla nabídnuta účast na výzkumu a vysvětleno, jak vše bude probíhat, důvody a cíle mé diplomové práce. V případě, že pacient souhlasil a podepsal informovaný souhlas, byl odveden do vedlejší místnosti, kde se nacházel posturograf ProKin 252. Pacient byl uložen na lehátko, kde mu byly sejmuty obvazové míry DKK dle výše uvedeného postupu. Po vyšetření statickými a dynamickými testy na posturografu byl pacient odveden zpět na přístrojovou lymfodrenáž. Zde mu akreditovaný terapeut oblékl návleky na DKK, vyprázdnil tříselné a krční lymfatické uzliny a následně spustil vhodný program. Na pacienta jsem čekala zhruba 50 minut než skončila přístrojová

lymfodrenáž. Celý postup jsem opakovala i po přístrojové lymfodrenáži s tím, že na konci vyšetření byl pacient informován o jeho výsledcích, které bylo možné zobrazit na monitoru přístroje a na jednoduchých grafech a obrázcích vysvětlit. Celkové zdržení pro pacienta bylo zhruba 20-30 minut navíc k jeho terapii, na kterou pravidelně docházel. Nakonec jsem si zpětně dohledala ve složce pacienta všechny výsledky provedených vyšetřovacích testů a stáhla si je na externí disk ve formátu PDF.

4.4.1 Analýza dat

Naměřená data byla stažena z přístroje ProKin 252 ve formátu PDF a následně vložena do tabulek v programu LibreOffice Calc. Vybrané parametry společně s obvody DKK byly pak statisticky vyhodnoceny. Pro některé účely zpracování dat byly použity funkce programu LibreOffice Calc, zbytek (Shapiro-Wilkův test, Wilcoxonův test, Fisherův exaktní test, Bartlettův test a binomiální test) byl vyhodnocen s pomocí nástrojů knihovny SciPy.

Jelikož pro většinu veličin, které přístroj ProKin 252 měří, není známo jejich pravděpodobnostní rozdělení, ale zároveň u některých můžeme předpokládat, že mohou být rozdělené normálně, použili jsme Shapiro-Wilkův test na vyloučení normality. U veličin, u kterých jsme normalitu předpokládali a Shapiro-Wilkův test ji nevyloučil, jsme dále použili Studentův párový T-test. V případech, kde jsme normalitu nepředpokládali (z povahy dat), nebo kde byla dostatečně významně vyloučena Shapiro-Wilkovým testem, jsme použili Wilcoxonův párový pořadový test, který může být použit místo Studentova T-testu, když nelze předpokládat normalitu (McDonald, 2014).

Pro statistické vyhodnocení binárních veličin jsme použili Fisherův exaktní test. Pro analýzu stejnosti rozptylů byl použit Bartlettův test (McDonald, 2014).

U všech testů hypotéz je potřeba předem zvolit hladinu významnosti α – práh, který určuje pravděpodobnost chyby prvního typu, nulovou hypotézu zamítneme, i když je pravdivá. V této práci jsme za hladinu významnosti většinou použili $\alpha = 5\%$ a v jednom případě jsme zvolili $\alpha = 1\%$, když jsme nulovou hypotézou předpokládali silnější jako u předpokladu normality obvodů končetin (McDonald, 2014).

5 VÝSLEDKY

Do výzkumu bylo zařazeno 13 pacientů z ON Kladno trpících jednostranným lymfedémem dolních končetin. V níže uvedené tabulce číslo 4 jsou vedle iniciálů jmen pacientů základní informace o jejich tělesné konstituci, pohlaví, věku, příčině vzniku nemoci, stupně a lateralitě lymfedému. Je patrné, že se výzkumu zúčastnilo více žen než mužů v poměru 9:4. Pouze u 2 pacientů je příčina nemoci primární a v poměru 8:5 převažuje levostranné postižení dolní končetiny nad pravostranným. Průměrný věk probandů je 60,5 let (SD±18,6), což poukazuje na poměrně rozmanitou věkovou skupinu. Průměr BMI (Body Mass Index) dosahuje 35,8 (SD±8,5), tedy převládá spíše obezita. Detailní rozdělení probandů do kategorií dle BMI je v příloze číslo 4. Ve sledované skupině probandů převažuje 2. stupeň lymfedému.

Tabulka č. 4: Popis výzkumného vzorku probandů

proband	pohlaví	věk (roky)	hmotnost (kg)	výška (m)	BMI	typ	stupeň	lateralita
1	žena	80	93	1,64	34,6	sekundární	2	LDK
2	muž	68	91	1,78	28,7	sekundární	1	LDK
3	žena	71	100	1,64	37,2	sekundární	1	LDK
4	žena	32	148	1,76	47,8	primární	2	LDK
5	žena	77	76	1,73	25,4	sekundární	1	PDK
6	žena	30	130	1,65	47,8	sekundární	2	PDK
7	žena	70	95	1,52	41,1	sekundární	2	PDK
8	muž	47	114	1,66	41,4	sekundární	2	LDK
9	muž	74	103	1,75	33,6	sekundární	2	PDK
10	muž	49	128	1,7	44,3	sekundární	1	LDK
11	žena	38	62	1,67	22,2	primární	1	LDK
12	žena	72	102	1,73	34,1	sekundární	2	PDK
13	žena	79	70	1,62	26,7	sekundární	2	LDK

Legenda: BMI (Body Mass Index)

5.1 Obvody dolních končetin

Pro potvrzení efektu přístrojové lymfodrenáže na snížení lymfatického otoku byly měřeny obvody před a po aplikaci přístrojové lymfodrenáže.

Obvodové míry byly statisticky vyhodnoceny, i když téměř s jistotou můžeme říci, že dojde k jejich zmenšení. Předpokládáme tedy, že dojde ke zmenšení obvodů na dolních končetinách a hlavně na končetině postižené lymfedémem po přístrojové lymfodrenáži.

Tabulka č. 5: Obvodové míry DK s lymfedémem

	10 cm dis. od dis.			10 cm prox. od prox.		20 cm prox. od prox.		tříslo
	MTP	nárt	kotník	Okraje patelly	přes patellu	okraje patelly	okraje patelly	
před přístrojovou lymfodrenáží	26,5	30	34	53	49,5	52,3	71	77
	24	26,5	26,5	39	39	40,8	52	56
	24,5	28	36	45	41	43	58	60,5
	30,5	32	34,5	53	47	50,6	53	71
	24,5	27,5	30,5	39	42	45,5	57	63,3
	24	26	31	39	41,7	44,5	54,5	52,5
	24,2	24	26,5	41,2	42	47	58,2	62,3
	22	24	27,5	34	38,1	38,7	50,2	59,8
	23,7	27,2	31,5	54	52	57	79	84
	21,6	23,2	32	51	51	57,5	66	76
	24,5	29,8	31,5	54	50	56,5	82,5	85,5
	23	24	23,5	37	37,5	41	53	58
	24	27,5	31	36,5	43,7	48	61,5	64,5
	před, průměr	24,38	26,90	30,46	44,28	44,19	47,88	61,22
před, směrodatná odchylka	2,20	2,68	3,57	7,63	5,10	6,46	10,45	10,71
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,007037	0,521363	0,612846	0,031867	0,172600	0,358169	0,044723	0,262409
po přístrojové lymfodrenáží	27	29,2	34	52,5	48	52	71	75,5
	24	26	26	38,5	39	40	49	56
	24,3	28	35	45	41	42,5	56	59
	30	31	34	52,5	45	50	52	69,1
	24	26,6	28,5	38	41	44	56	63
	23,5	26	30	39	41,5	44	54	52,2
	24	23	25,5	40	41,5	46	58	60,5
	21,5	23,5	27,1	34	38,1	38,4	52	54,4
	23	26,2	29,5	53	49,5	56	80	84
	21,8	23,3	31,5	50,2	51	57	64,5	75
	24	28,3	30,4	50,5	49,5	55	82	85
	22,5	23	23	37	37,5	40,1	52	56
	23,5	27	29	36	43,7	47	61,1	63
po, průměr	24,08	26,24	29,50	43,55	43,56	47,08	60,58	65,59
po, směrodatná odchylka	2,23	2,53	3,57	7,22	4,62	6,38	10,83	11,13
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,009507	0,381701	0,901851	0,035976	0,203430	0,344017	0,029151	0,142724
T-test p-hodnota	0,004407	0,000164	0,000112	0,007561	0,010676	0,000005	0,041913	0,002338
Wilcoxon párový pořadový p-hodnota	0,008048							

Legenda: dist. (distální směr), prox. (proximální směr), MTP (metatarzophalangeální skloubení), červené pozadí buňky (předpoklad zamítnut), zelené pozadí buňky (předpoklad potvrzen)

Tabulka č. 6: Obvodové míry DK bez manifestace lymfedému:

				10 cm dist. od dist.		10 cm prox. od prox.		20 cm prox. od prox.	tříslo
	MTP	nárt	kotník	okraje patelly	přes patellu	okraje patelly	okraje patelly		
před přístrojovou lymfodrenáží	23,5	24,5	24,5	38,3	39	41	55	57	
	25	28	31,5	40	41,5	43	58	63	
	27,5	29	26,6	43	42,5	48,2	63	70	
	22	26	26,5	37,2	41	43,5	56	63,2	
	22,7	25,3	30	41,5	41,5	44	57	63,5	
	23	24	25,5	38	40,5	42	59,7	64,5	
	23,3	26	26,1	34	38,5	39	52	58,5	
	23	26	28	53,6	52	56,5	82	86,5	
	22	23,3	30,3	49,5	52	55,4	66	71,5	
	24	27,5	29,5	55	53,2	59,5	85	88	
	22,5	33	25	36,5	36,5	39	53,5	57,5	
	25	27	25	37	42	47	58	64	
	před, průměr	23,63	26,63	27,38	41,97	43,35	46,51	62,10	67,27
před, směrodatná odchylka	1,57	2,60	2,40	6,99	5,71	7,02	10,73	10,31	
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,058065	0,385355	0,151574	0,091412	0,037617	0,168797	0,015524	0,031441	
po přístrojové lymfodrenáží	26,5	29	29,5	48	46	49,6	68,2	73	
	23,5	24,5	24,2	38	39	41	54,5	57	
	25	27	31	40	40,2	41,5	56,5	60	
	27,7	28,7	26,5	42	42,1	47	62,7	69,8	
	22	24	25	37	41	43	55	62	
	22,5	25	29,5	41	41	43	56	61,5	
	22	22,5	25	38	40	42	58	64	
	22	24,5	25,2	33,5	38	38	51	57,5	
	22	26	27,5	53	51,5	56,5	82	86	
	22	23,3	29,8	48,5	50	54,5	66	71	
	24,4	27,5	29,5	53,2	52,5	57,7	85	89	
	22	23	25	36	36	38,5	53,5	56	
	26	27	25	36,5	42	47	57	62	
po, průměr	23,66	25,54	27,13	41,90	43,02	46,10	61,95	66,83	
po, směrodatná odchylka	2,04	2,16	2,41	6,61	5,30	6,67	10,76	10,62	
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,009073	0,514189	0,028896	0,089296	0,082331	0,144049	0,010950	0,030221	
T-test p-hodnota	0,155953	0,057955	0,002367	0,001089	0,002616	0,001346	0,001574	0,005342	
Wilcoxon párový pořadový p-hodnota	0,116258								

Legenda: dist. (distální směr), prox. (proximální směr), MTP (metatarzophalangeální skloubení), červené pozadí buňky (předpoklad zamítnut), zelené pozadí buňky (předpoklad potvrzen)

Pro analýzu zmenšení obvodů byl použit jednostranný párový T-test. U tohoto typu dat je normalita přirozená (jedná se o obvodové míry na lidském těle), proto předpokládáme

normalitu. Tento předpoklad jsme také otestovali Shapiro-Wilkovým testem. Hladina významnosti byla volena $\alpha = 1\%$, jelikož jsme si normalitou téměř jistí.

V tabulkách číslo 5 a 6 jsou naměřené hodnoty obvodů spolu s p-hodnotou Shapiro-Wilkova testu. U obvodů přes MTP skloubení nebyl předpoklad potvrzen, což je vyznačeno červeným pozadím dané buňky v tabulce. Pro tyto vzorky je použit Wilcoxonův párový pořadový test s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$. Pro postiženou končetinu test tento předpoklad zamítá (tj. obvody v MTP po lymfodrenáži jsou statisticky významně menší než před ní), pro zdravou končetinu nikoliv.

Pro zbylý vzorek dat obvodových měř (7 pro končetinu s lymfedémem a 7 pro zdravou končetinu) normalita zamítnuta nebyla, takže na další vyhodnocení byl použit jednostranný párový T-test s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$.

Předpoklad, že obvody dolních končetin postižených lymfedémem byly po aplikaci přístrojové lymfodrenáži menší, byl tedy potvrzen.

5.2 Vyhodnocení statického a dynamického testování

H1: Předpokládám statisticky významné zlepšení výsledků statického a dynamického testování po přístrojové lymfodrenáži, dojde tedy ke zmenšení konfidenční plochy elipsy v testu Stability Compared Double Stance a indexu stability v testu Balance Both Feet a procentuálnímu nárůstu úspěšnosti plnění testu Limits Of Stability.

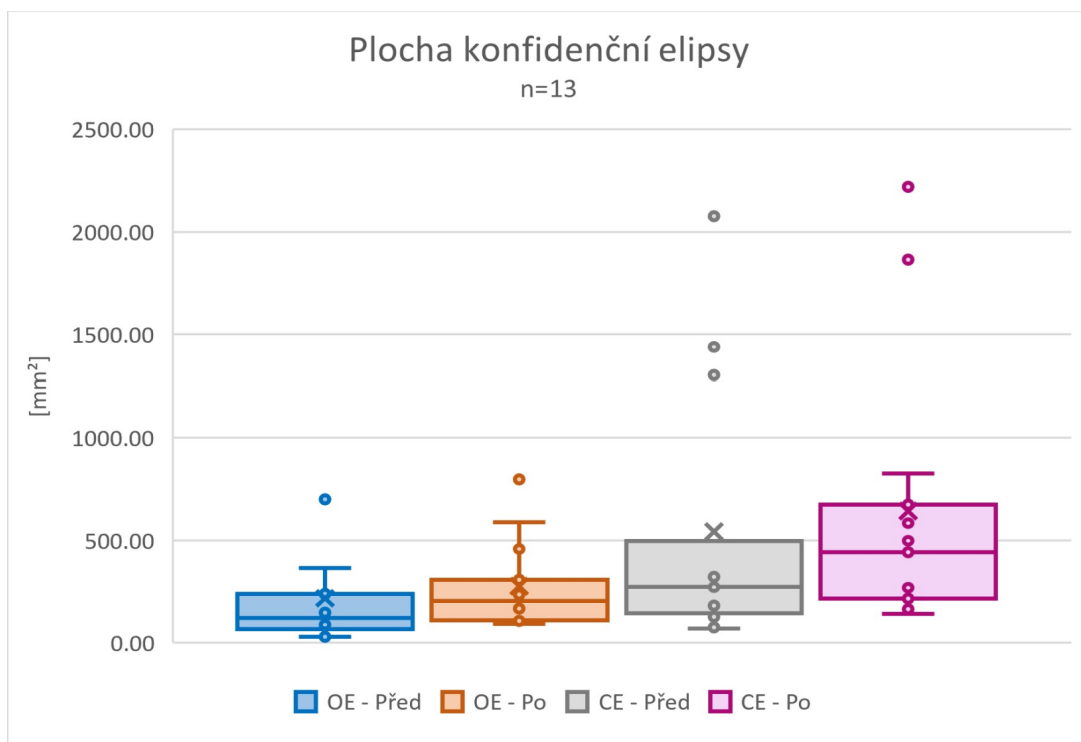
Stability Compared Double Stance (SCDS)

V tabulce číslo 7 jsou zapsány průměry a směrodatné odchylky hodnot plochy konfidenční elipsy (ellipse area dále EA) před a po přístrojové lymfodrenáži a jejich rozdílů pro testování stoje s otevřenými a zavřenými očima. T-test nezamítl nulovou hypotézu, že velikosti plochy konfidenční elipsy po přístrojové lymfodrenáži budou menší než před ní (open eyes $p = 0,83$; closed eyes $p = 0,84$).

Tabulka č. 7: Výsledky testu SCDS

	probandi 1 – 13	open eyes			closed eyes		
		před	po	rozdíl	před	po	rozdíl
plocha konfidenční elipsy (mm ²)	1	706,79	307,16	-399,63	1438,97	672,74	-766,23
	2	164,90	234,90	70,00	496,96	497,93	0,97
	3	52,06	203,76	151,70	186,27	215,95	29,68
	4	147,48	92,19	-55,29	272,01	142,30	-129,71
	5	88,84	240,56	151,72	181,35	269,18	87,83
	6	113,16	173,57	60,41	68,86	442,95	374,09
	7	29,98	166,47	136,49	76,75	164,35	87,60
	8	67,70	109,49	41,79	322,71	280,26	-42,45
	9	239,78	106,21	-133,57	1302,93	1863,57	560,64
	10	28,96	589,05	560,09	127,58	825,32	697,74
	11	120,57	110,66	-9,91	144,81	167,47	22,66
	12	700,43	796,31	95,88	2075,05	2219,39	144,34
	13	364,78	457,83	93,05	347,64	583,69	236,05
průměr		217,34	276,01	58,67	541,68	641,93	100,25
směrodatná odchylka		234,49	214,30	212,61	640,38	660,37	354,67
Shapiro-Wilk p-hodnota				0,075992			0,175018
T-test p-hodnota				0,830302			0,835866

Legenda: červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta)



Graf č. 1: Grafické zobrazení výsledku testu SCDS

Legenda: OE (Open Eyes), CE (Closed Eyes), Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáží)

Na grafu číslo 1 je grafické znázornění EA pro 13 probandů před a po přístrojové lymfodrenáží při testování s otevřenými a zavřenými očima.

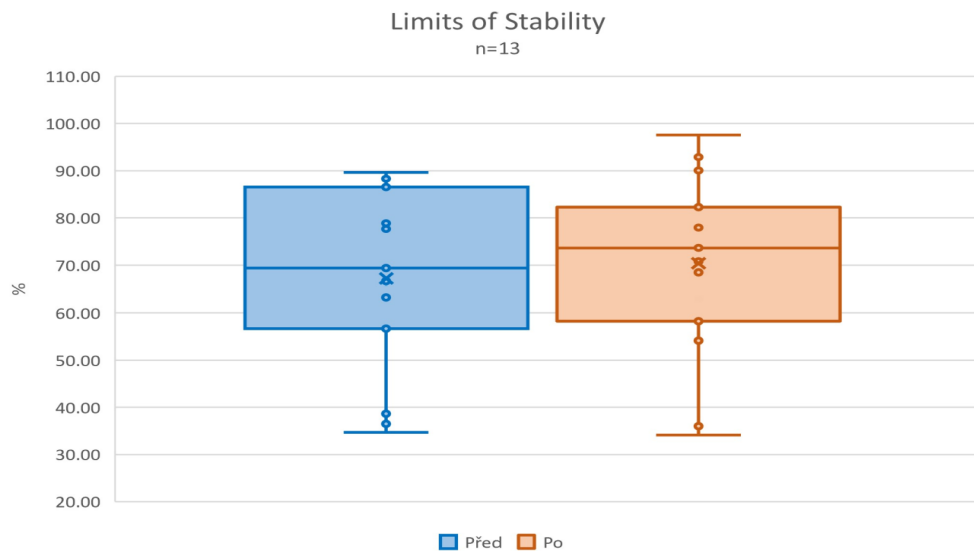
Limits Of Stability (LOS)

Z tabulky číslo 8 je patrné, že po lymfodrenáží je průměrný výsledek testu LOS větší. Podle T- testu není tento rozdíl dostatečně statisticky významný.

Tabulka č. 8: Výsledky testu LOS

	probandi	před	po	rozdíl
Result (%)	1	38,66	54,11	15,45
	2	63,27	68,44	5,17
	3	66,65	70,74	4,09
	4	77,65	77,91	0,26
	5	36,51	34,07	-2,44
	6	86,55	90,03	3,48
	7	69,40	78,98	9,58
	8	88,30	82,26	-6,04
	9	34,70	58,21	23,51
	10	78,86	73,62	-5,24
	11	86,56	92,86	6,30
	12	89,66	97,54	7,88
	13	56,65	35,95	-20,70
průměr		67,19	70,36	3,18
směrodatná odchylka		20,18	20,07	10,83
Shapiro-Wilk p-hodnota				0,876460
T-test p-hodnota				0,155544

Legenda: červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta), před (před přístrojovou lymfodrenáží), po (po přístrojové lymfodrenáží)



Graf č. 2: Výsledky testu LOS

Legenda: Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáží)

Na grafu číslo 2 je grafické znázornění úspěšnosti plnění testu LOS pro 13 probandů před a po přístrojové lymfodrenáží.

Balance Both Feet (BBF)

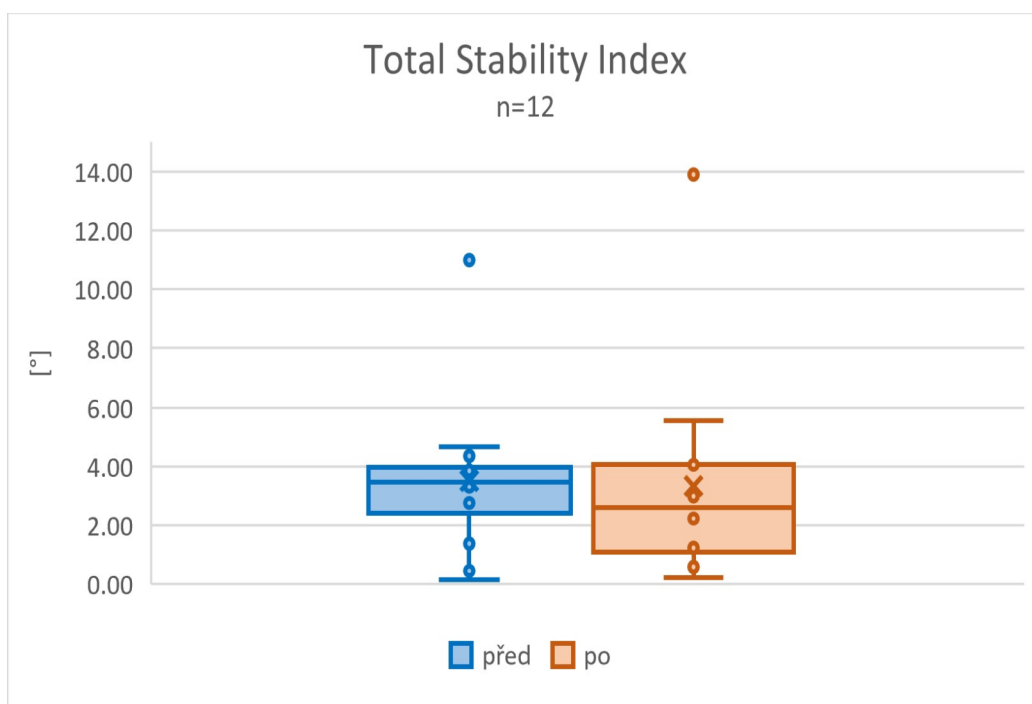
Dle tabulky číslo 9 průměrné hodnoty Total Stability Index sice splňují předpoklad hypotézy, T-test ale ukázal, že to není dostatečně statisticky významné.

Shapiro-Wilkův test s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$ nezamítl normalitu u velikosti plochy konfidenční elipsy, ani u výsledků testu LOS, a ani u hodnot Total Stability Index. Proto byl dále použit jednostranný párový T-test (znovu $\alpha = 5\%$). Hypotéza H1 se tedy nepotvrdila ani v jednom z testů.

Tabulka č. 9: Výsledky testu BBF

	probandi	před	po	rozdíl
Total Stability Index (°)	1	10,99	13,90	2,91
	2	3,31	2,98	-0,33
	3	4,68	3,20	-1,48
	4	3,09	1,31	-1,78
	6	3,85	5,56	1,71
	7	4,36	4,09	-0,27
	8	0,45	0,59	0,14
	9	1,38	0,61	-0,77
	10	2,76	4,06	1,3
	11	0,14	0,22	0,08
	12	3,62	1,24	-2,38
	13	3,64	2,23	-1,41
	průměr		3,52	3,33
směrodatná odchylka		2,77	3,72	1,55
Shapiro-Wilk p-hodnota				0,757220
T-test p-hodnota				0,339741

Legenda: červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta), před (před přístrojovou lymfodrenáží), po (po přístrojové lymfodrenáží)



Graf č. 3: Výsledky testu BBF

Legenda: Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáži)

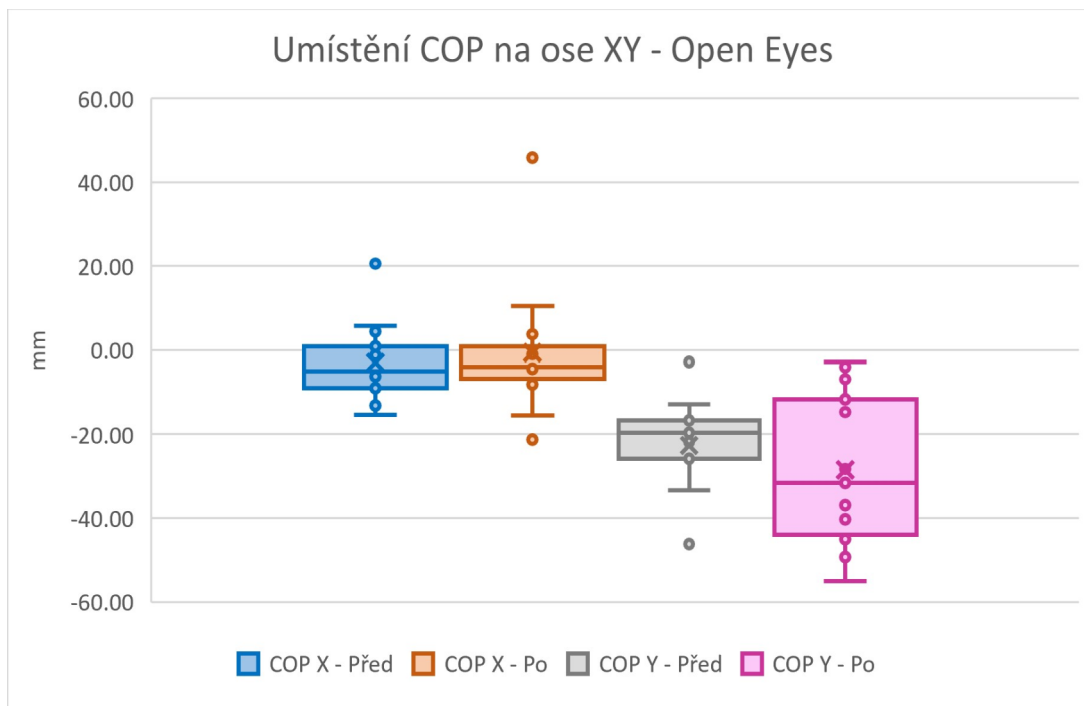
Na grafu číslo 3 se nachází grafické zobrazení úspěšnosti plnění dynamického testu BBF před a po přístrojové lymfodrenáži.

H2: Předpokládám, že dojde ke statisticky významnému posunu souřadnic COP na ose X a Y ke středu pravoúhlé soustavy souřadnic po přístrojové lymfodrenáži.

Tabulka č. 10: Umístění COP na ose XY při provedení testu SCDS s otevřenýma očima

provedení testu	open eyes					
umístění COP na ose XY	COP X			COP Y		
probandi 1 – 13	před	po	rozdíl	před	po	rozdíl
1	-7,96	-6,81	1,15	-16,70	-2,79	13,91
2	-15,33	-6,67	8,66	-21,81	-28,26	-6,45
3	-0,19	-0,77	-0,58	-33,40	-55,05	-21,65
4	-1,21	-15,44	-14,23	-19,65	-11,66	7,99
5	-11,66	-8,10	3,56	-25,87	-44,05	-18,18
6	-5,04	3,74	8,78	-18,88	-31,56	-12,68
7	0,82	-4,43	-5,25	-16,72	-4,04	12,68
8	-9,04	-4,04	5,00	-12,78	-36,94	-24,16
9	-13,16	-21,30	-8,14	-46,17	-40,28	5,89
10	-6,18	10,40	16,58	-44,34	-49,26	-4,92
11	5,72	0,89	-4,83	-20,30	-6,88	13,42
12	20,58	45,89	25,31	-2,86	-45,03	-42,17
13	4,41	-0,98	-5,39	-14,71	-14,70	0,01
průměr	-2,94	-0,59	2,36	-22,63	-28,50	-5,87
směrodatná odchylka	9,65	16,10	10,74	12,25	18,42	17,25
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,802580			0,354460		
Bartlett p-hodnota	0,089065			0,172268		

Legenda: COP (Center of Pressure), červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta), před (před přístrojovou lymfodrenáží), po (po přístrojové lymfodrenáži)



Graf č. 4: Umístění COP na ose XY při provedení testu SCDS s otevřenými očima

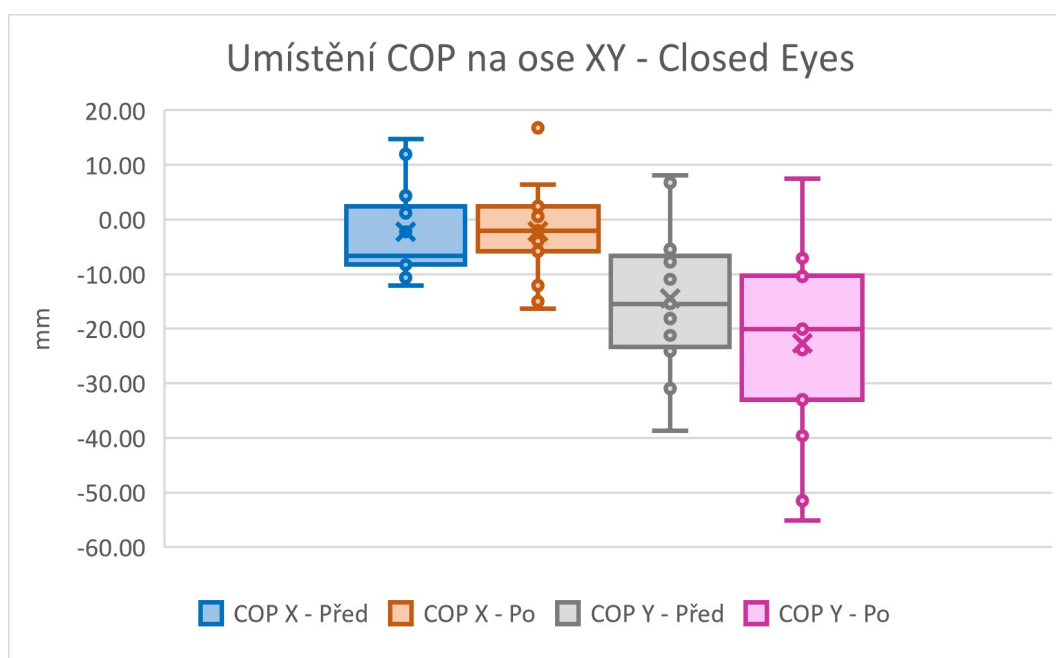
Legenda: COP (Center of Pressure), Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáží)

Na grafu číslo 4 se nachází grafické zobrazení průměrného umístění COP na ose XY při testování před a po přístrojové lymfodrenáží s otevřenými očima v testu SCDS.

Tabulka č. 11: Umístění COP na ose XY při provedení testu SCDS se zavřenými očima

provedení testu	closed eyes					
umístění COP na ose XY	COP X			COP Y		
probandi 1 – 13	před	po	rozdíl	před	po	rozdíl
1	-7,38	-4,88	2,50	6,78	7,45	0,67
2	-9,81	-5,82	3,99	-15,44	-23,83	-8,39
3	1,21	2,39	1,18	-30,93	-51,50	-20,57
4	-2,27	-16,32	-14,05	-7,80	-7,08	0,72
5	-10,62	-12,11	-1,49	-21,24	-39,60	-18,36
6	-6,86	-2,02	4,84	-23,39	-33,05	-9,66
7	2,38	6,42	4,04	-18,13	-9,69	8,44
8	-8,30	-3,96	4,34	-6,66	-22,75	-16,09
9	-12,05	-14,99	-2,94	-24,12	-19,21	4,91
10	-6,64	3,62	10,26	-38,73	-55,14	-16,41
11	4,34	0,62	-3,72	-10,97	-10,30	0,67
12	14,73	16,77	2,04	8,11	-20,12	-28,23
13	11,9	2,03	-9,87	-5,48	-10,43	-4,95
průměr	-2,26	-2,17	0,09	-14,46	-22,71	-8,25
směrodatná odchylka	8,62	9,13	6,53	13,70	18,08	11,13
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,282560			0,733892		
Bartlett p-hodnota	0,846992			0,349787		

Legenda: COP (Center of Pressure), červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta), před (před přístrojovou lymfodrenáží), po (po přístrojové lymfodrenáží)



Graf č. 5: Umístění COP na ose XY při provedení testu SCDS se zavřenými očima

Legenda: COP (Center of Pressure), Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáží)

Na grafu číslo 5 se nachází grafické zobrazení průměrného umístění COP na ose XY při testování před a po přístrojové lymfodrenáži se zavřenými očima v testu SCDS.

V tabulce číslo 10 a 11 jsou zapsány průměry a směrodatné odchylky hodnot COP X a COP Y před a po přístrojové lymfodrenáži (a jejich rozdíly) při testování s otevřenými i zavřenými očima a p-hodnoty použitých statistických testů.

U vzorku dat average COP předpokládáme normalitu vzhledem k povaze dat. Shapiro-Wilkův test ji nevyloučil ($\alpha = 5\%$).

Pro otestování hypotézy H2 jsme testovali nulovou hypotézu, tedy že vzorky COP před lymfodrenáží a po ní pocházejí z rozdělení se stejným rozptylem. Kdyby byla tato nulová hypotéza zamítnuta a vzorky COP po lymfodrenáži měly menší rozptyl než před ní, H2 by platila. Na testování stejnosti rozptylu byl použit Bartlettův test. Použili jsme hladinu významnosti $\alpha = 5\%$. Ani v jednom případě nulová hypotéza nebyla zamítnuta. Hypotéza H2 se nepotvrdila.

H3: Předpokládám, že průměrná hodnota COP X bude statisticky významně směřovat na stranu dolní končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.

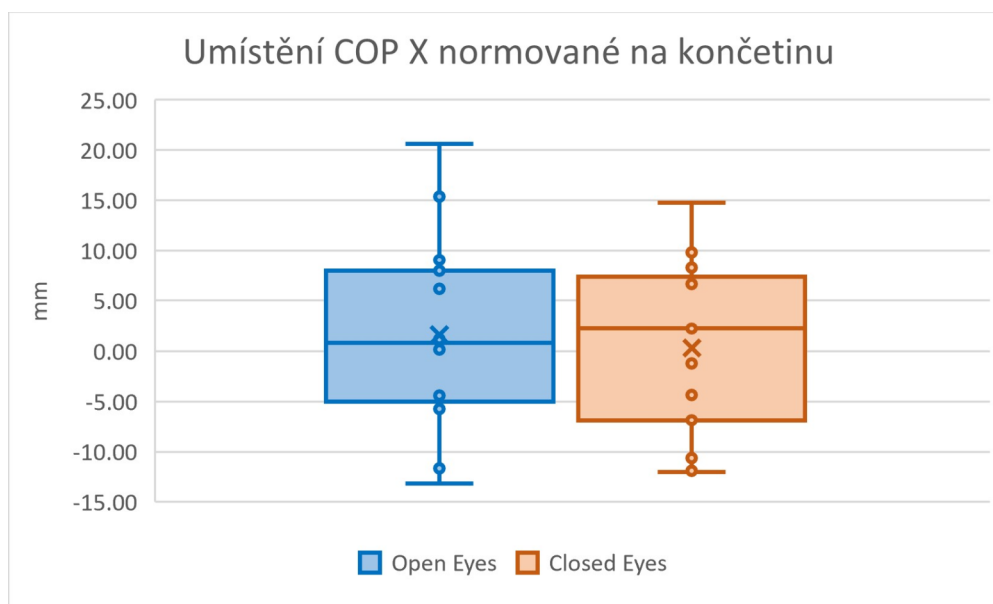
V tabulce číslo 12 jsou hodnoty průměrů a směrodatné odchylky hodnoty COP X normované na postiženou končetinu (tj. vzorky byly vynásobeny hodnotou -1 u pacientů, kteří měli postiženou levou končetinu). Shapiro-Wilkův test ani v tomto případě nezamítl normalitu ($\alpha = 5\%$).

Hypotéza H3 byla analyzována pokusem o zamítnutí nulové hypotézy, tedy že normované vzorky pocházejí z rozdělení s nulovou střední hodnotou, COP X má nulový průměr. Na testování byl použit Studentův jednostranný T-test ($\alpha = 5\%$). Nulovou hypotézu se nepodařilo zamítnout. Hypotéza H3 se nepotvrdila.

Tabulka č. 12: Umístění COP normované na DK s lymfedémem

	probandi	O.E.	C.E.
COP X normovaná na končetinu	1	7,96	7.38
	2	15,33	9.81
	3	0,19	-1.21
	4	1,21	2.27
	5	-11,66	-10.62
	6	-5,04	-6.86
	7	0,82	2.38
	8	9,04	8.3
	9	-13,16	-12.05
	10	6,18	6.64
	11	20,58	14.73
	12	-5,72	-4.34
	13	-4,41	-11.9
průměr		1,64	0.35
směrodatná odchylka		9,98	8.93
Shapiro-Wilk p-hodnota		0,892436	0,435748
T-test p-hodnota		0,282301	0,44522

Legenda: COP (Center of Pressure), O.E.(open eyes), C.E.(close eyes), červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta)



Graf č. 6: Umístění COP normované na DK s lymfedémem

Legenda: COP (Center of Pressure)

Na grafu číslo 6 se nachází grafické zobrazení průměrného umístění COP na ose XY normované na končetinu při testování před přístrojovou lymfodrenáží s O.E. a C.E. v testu SCDS.

H4: Předpokládám, že se hodnoty poměru C.E. / O.E. Area Ratio a Perimeter Ratio statisticky významně posunou zpět do fyziologického rozpětí po přístrojové lymfodrenáží.

V tabulce číslo 13 jsou počty fyziologických a patologických hodnot Area Ratio a Perimeter Ratio před a po lymfodrenáží. Hodnoty Area Ratio byly po aplikaci přístrojové lymfodrenáže ve fyziologickém intervalu navíc u tří pacientů než před aplikací. Hodnoty Perimeter Ratio byly ve fyziologickém intervalu před i po proceduře u stejného počtu pacientů.

Na otestování zda přístrojová lymfodrenáž tyto sledované parametry vrátí do fyziologického intervalu u statisticky významného množství pacientů byl použit Fisherův exaktní test (s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$). Hypotéza H4 nebyla potvrzena.

Tabulka č. 13: Výsledky poměru parametru Area Ratio a Perimeter Ratio

sledované parametry		C.E./O.E. Area Ratio		C.E./O.E. Perimeter Ratio	
probandi		před	po	před	po
výsledky poměru C.E./O.E.	1	204	219	348	214
	2	301	212	228	155
	3	358	106	185	154
	4	184	154	154	127
	5	204	112	180	147
	6	61	255	117	260
	7	477	256	150	187
	8	543	755	330	529
	9	441	140	237	133
	10	120	151	171	165
	11	296	279	425	354
	12	95	127	137	195
	13	265	99	245	214
průměr		273	220,38	223,62	218
směrodatná odchylka		149,67	172,18	92,78	111,78
fyziologie		4	7	10	10
patologie		9	6	3	3
Fisherův test p-hodnota		0,214154		0,677640	

Legenda: O.E.(open eyes), C.E.(close eyes), červená barva pozadí buňky (hypotéza zamítnuta), Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáží)

V tabulce číslo 13 jsou počty fyziologických a patologických hodnot Area Ratio a Perimeter Ratio před a po lymfodrenáží. Hodnoty Area Ratio byly po aplikaci přístrojové lymfodrenáže ve fyziologickém intervalu navíc u tří pacientů než před aplikací. Hodnoty Perimeter Ratio byly ve fyziologickém intervalu před i po proceduře u stejného počtu pacientů.

Na otestování, zda přístrojová lymfodrenáž tyto sledované parametry vrátí do fyziologického intervalu u statisticky významného množství pacientů, byl použit Fisherův exaktní test (s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$). Hypotéza H4 nebyla potvrzena.

H5: Předpokládám, že dojde ke statisticky významnému zlepšení v dosahování cílů testu LOS na straně dolní končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.

V tabulce číslo 14 jsou hodnoty průměrů a směrodatné odchylky průměrných výsledků plnění testu LOS pro obě DKK před přístrojovou lymfodrenáží.

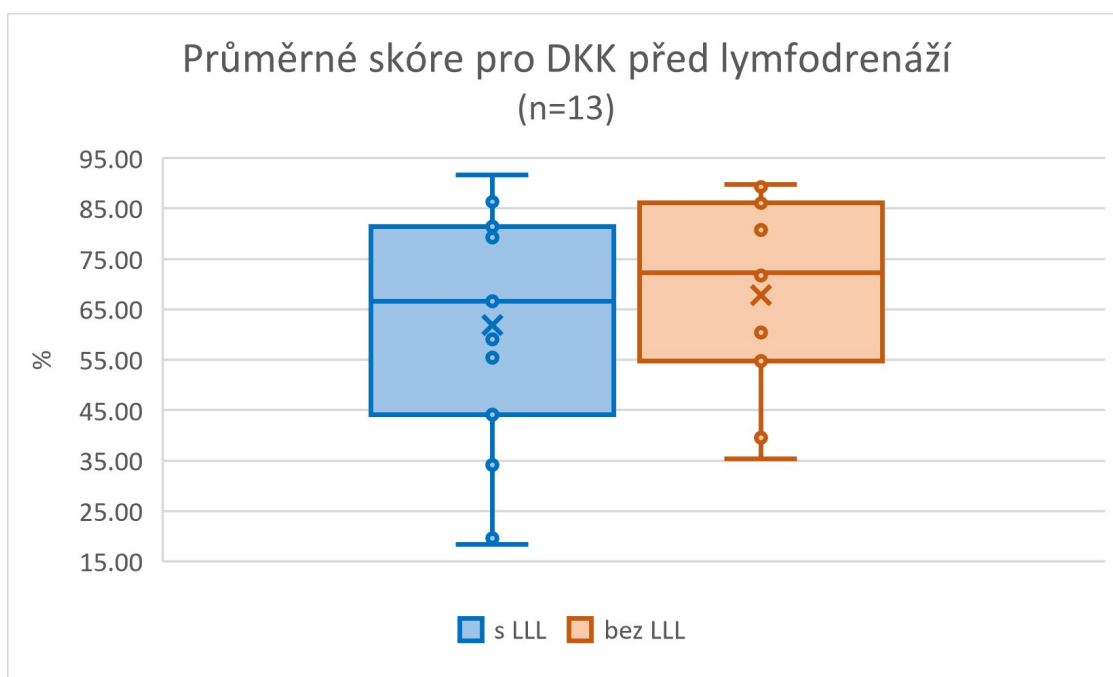
Shapiro-Wilkův test ($\alpha = 5\%$) nezamítl normalitu, a proto jsme dále použili jednostranný párový T-test (znovu $\alpha = 5\%$), který nulovou hypotézu nezamítl. Hypotéza H5 se nepotvrdila.

Na grafu číslo 7 se nachází grafické zobrazení průměrného skóre na DKK před přístrojovou lymfodrenáží v testu LOS.

Tabulka č. 14: Průměrné Scóre pro DKK před přístrojovou lymfodrenáží

	probandi	s LLL	bez LLL	rozdíl
před, průměrné Skóre pro končetinu (%)	1	34,17	35,43	1,26
	2	59,03	60,40	1,36
	3	55,45	71,76	16,31
	4	79,24	73,12	-6,11
	5	18,42	41,21	22,79
	6	81,43	86,06	4,63
	7	66,59	72,30	5,72
	8	91,68	89,29	-2,39
	9	19,61	39,58	19,97
	10	80,81	80,75	-0,06
	11	87,99	87,20	-0,79
	12	86,35	89,71	3,37
	13	44,13	54,74	10,61
průměr		61,92	67,81	5,90
směrodatná odchylka		25,89	19,71	8,93
Shapiro-Wilk p-hodnota				0,190172
T-test p-hodnota				0,982619

Legenda: LLL (lower limb lymphedema), Před (před přístrojovou lymfodrenáží), Po (po přístrojové lymfodrenáží)



Graf č. 7: Průměrné Scóre pro DKK před přístrojovou lymfodrenáží

Legenda: COP (Center of Pressure), LLL (lower limb lymphedema)

6 DISKUZE

Posturální stabilita (PS) je poměrně diskutovaným a zkoumaným tématem v celé řadě zahraničních i místních výzkumů a závěrečných prací na půdě FTVS Univerzity Karlovy. Úroveň PS bývá často hodnocena v rámci různých skupin onemocnění, sportů nebo faktorů, které se podílejí na jejím ovlivnění. Cílem této diplomové práce je zhodnotit efekt přístrojové lymfodrenáže na posturální stabilitu u pacientů s unilaterálním lymfedémem dolních končetin (LLL). Převládá nedostatek informací o změnách posturální rovnováhy způsobené asymetrickým nárůstem objemu v důsledku jednostranného lymfedému končetin. Na podobné téma vlivu LLL na PS byla doposud provedena pouze 1 studie z roku 2019 (Analan et Kaya, 2019). Další studie z roku 2014 sleduje vliv unilaterálního lymfedému horních končetin (ULL) na PS u žen po rakovině prsu (Angin et al.,2014). Podle dřívější studie z roku 2006 ULL nezpůsobuje změny držení páteře. Byla to jediná studie do roku 2014, která do té doby zkoumala vztah mezi lymfedémem a postavením páteře, ale nebylo jasné, zda dochází ke změnám v PS a poloze COG. Prokázali pouze omezení rozsahu pohybu např. při synkinézách HKK během chůze a větší unavitelnost paže při opakovaných pohybech (Balzarini et al.,2006). Své opodstatnění pro diskuzi má i faktor váhy, respektive BMI, který je ve sledovaném vzorku s převahou ve stupních obezity (detail na grafu v Příloze č. 4). Při degradaci posturální stability může hrát roli i váhová asymetrie, jako je amputace (Greitemann, Guth et Baumgartner, 1996), jednostranný přenos břemene (Zhang, Ye et Wang, 2010) nebo jednostranná změna objemu v horní části těla (Bertels, Schmalz et Ludwigs, 2012).

Na utváření posturální stability se podílí centrální nervový, somatosenzorický, proprioceptivní, vestibulární, vizuální, muskuloskeletální systém a kognitivní funkce. V případě dysfunkce těchto systémů bude narušena schopnost udržet PS, což se projeví zvýšenými oscilacemi (postural sway), zhoršenou rovnováhou, pády a s nimi spojený nárůst poranění pohybového aparátu s následnými psychickými a sociálními problémy. Z těchto důvodů by měla klinická praxe klást důraz na posturální patologie, jejich diagnostiku a rehabilitaci. Právě lymfedém může způsobovat muskuloskeletární patologie, fyzickou dysfunkci, omezení hybnosti, abnormality chůze a pokles svalové

síly (Iwersen et al, 2017). Pacienty často trápí bolesti, diskomfort, nárůst hmotnosti, poruchy spánku a neustálé starosti s obvazy a kompresními punčochami. Úzkost, deprese a nízká sebeúcta bývají způsobeny vzhledem postižené končetiny. Tyto zdravotní komplikace mohou podpořit posturální nestabilitu u pacientů s LLL (Kim a Park, 2008).

LLL se nejčastěji vyskytuje při léčbě gynekologických a urologických nádorů, melanomu a lymfomu. Tříselné, pánevní a periaortální disekce lymfatických uzlin zvyšují riziko vzniku LLL. Podobně jako u ULL jsou rizikovými faktory LLL kombinace resekcí uzlin, lokální radiační terapie a chemoterapie. U 80% pacientů se rozvoj lymfedému dostaví v průběhu prvních 12 měsíců po zákroku (Akita et al., 2013).

Přístrojová lymfodrenáž je velice důležitou a nezastupitelnou součástí komplexní dekongestivní terapie, jak bylo prokázáno ve studii u pacientů, kteří měli ve své terapii zahrnutou intermitentní přístrojovou kompresní terapii. Probandi vykazovali lepší subjektivní (hodnocení účinku terapie) a objektivní (obvodové míry) výsledky než pacienti, u nichž součástí komplexní dekongestivní terapie nebyla přístrojová lymfodrenáž (Džupina, 2015). Předpoklad, že dojde ke zmenšení obvodů na DK s lymfedémem byl v našem případě také statisticky potvrzen. V případě DK bez manifestace lymfedému také došlo k statisticky významnému zmenšení obvodů až na míru vzatou přes metatarzy. Nepotvrzení předpokladu v místě metatarzů si vysvětlují převahou kostní tkáně v této lokalitě u zdravého jedince.

6.1 Diskuze k hypotéze č. 1

H1: „Předpokládám statisticky významné zlepšení výsledků statického a dynamického testování po přístrojové lymfodrenáži, dojde tedy ke zmenšení konfidenční plochy elipsy v testu Stability Compared Double Stance a indexu stability v testu Balance Both Feet a procentuálnímu nárůstu úspěšnosti plnění testu Limits Of Stability.“

Z průměrů EA a grafu číslo 1 je patrné, že po přístrojové lymfodrenáži došlo k opačnému trendu, než jsme předpokládali. Po přístrojové lymfodrenáži došlo naopak ke zvětšení EA, tedy výsledek testu SCDS je horší. Vyřazení zraku také přispělo k nárůstu EA, což jsme z fyziologického hlediska očekávali. Nejhorších výsledků pacienti

dosahovali po přístrojové lymfodrenáži s vyřazením zraku. Norma pro EA se pohybuje v rozpětí 83,49 – 240,56 mm². Z průměrných výsledků vyplývá, že probandi do tohoto rozpětí spadali pouze při testování před přístrojovou lymfodrenáží s otevřenými očima.

Přestože se ani tento předpoklad nepotvrdil, tak z průměrných výsledků testů LOS plyne, že po přístrojové lymfodrenáži dochází k 3,18% nárůstu úspěšnosti dosahování cílů v testu LOS. Vzhledem k velikosti SD ± 10,83 % nemohl být tento předpoklad potvrzen. Hodnoty vyšší než 75% jsou považovány za normální a vylučují riziko pádu. V našem případě se průměrná hodnota po přístrojové lymfodrenáži pohybuje na 70,36%, tedy riziko pádu není vyloučeno. Z průměrných hodnot před i po přístrojové lymfodrenáži je patrné, že se probandi v obou případech pohybují pod hranicí normy.

Z průměrných výsledků hodnot před a po přístrojové lymfodrenáži plyne, že došlo k nepatrnému poklesu parametru Total Stability Index o 0,19°. Vzhledem k velikosti SD ± 1,55° nemohl být tento předpoklad potvrzen. Norma pro tento parametr se pohybuje v rozpětí 1,03 – 2,76°. Průměrné výsledky všech měření před a po přístrojové lymfodrenáži naznačují, že probandi tento dynamický test nezvládali v normě a jejich výsledky jsou vyhodnoceny jako slabší.

Výše zmíněná studie z roku 2019 je 1. studie zkoumající změny PS u pacientů s LLL. Studie se účastnily 2 skupiny. V kontrolní skupině byli náhodně vybráni zaměstnanci nemocnice. V obou skupinách byl zaznamenán věk, pohlaví, spočteno BMI a proběhlo statické posturografické měření na přístroji Tetrax Interactive Balance System. Statická posturografie byla hodnocena zaznamenáním kolísání vertikálního tlaku. Měřila se v 8 různých polohách držených 32 sekund. Jednalo se o kombinace poloh hlavy, otevřených nebo zavřených očí a stojem na tvrdé nebo měkké podložce. V obou skupinách se porovnávalo riziko pádu, index stability a Fourierův index. Riziko pádu bylo hodnoceno na stupnici 0-100 bodů, kdy hodnoty blízké se horní hranici poukazovaly na vyšší riziko pádu. Index stability hodnotí stupeň posturálních výkyvů a schopnost kontrolovat a kompenzovat změny postury. S tím, že vyšší riziko pádu a skóre indexu stability se projeví sníženým posturálním výkonem. Fourierův index hodnotí posturální výkyvy. Analýzou dat bylo prokázáno, že hodnoty BMI jsou ve skupině s LLL významně vyšší. Z výsledků studie plyne, že pacienti s LLL mají

rovnovážné patologie, které však nejsou u všech parametrů rovnováhy, což nevede ke zvýšení rizika pádu. Jen některá skóre indexu stability byla vyšší a to by mohlo vést ke špatnému posturálnímu výkonu. Fourierův index, který opět jen v některých polohách ukázal vyšší frekvence výkyvů. To značí, že muskuloskeletární systém může být částečně ovlivněn lymfedémem a nebo se u těchto pacientů může objevit senzorický deficit z důvodu dysfunkce DKK (Analan et Kaya, 2019).

Výsledky další výše zmíněné studie z roku 2014 u pacientek s ULL po chirurgicky řešeném karcinomu prsu odhalily, že unilaterální ULL měl významný vliv na PS. Byl prokázán nárůst posturálních výkyvů, omezení jemných vyvažovacích pohybů HK, a že asymetrické zvýšení objemu může vést k posturální nestabilitě. Sledovanými parametry na přístroji Balance Master byla rychlost posturálního houpání (PSV), posun COG a směrové kontroly (DCL). DCL značí maximální vzdálenost, kterou proband může záměrně posunout COG směrem k cíli aniž by ztratil rovnováhu (Angin et al., 2014).

Na posturální stabilitu mají vliv i morfologické vlastnosti, jako je tělesná hmotnost, která je u probandů v našem výzkumu výrazně vyšší (převaha 3. stupně obezity) než by měla být ve zdravé populaci. Důkazy naznačují, že tělesná hmotnost může být důležitým rizikovým faktorem pádu (Hue et al., 2007). Obézní jedinci mohou být vystaveni vyššímu riziku ztráty rovnováhy a pádu než jedinci s normální hmotností, zvláště při provádění dlouhodobých fyzicky namáhavých činností (Singh et al., 2009). Pacienti s BMI vyšší než 30 kg/m² se udržují kratší časy v rovnováze ve srovnání s normosteniky (Greve et al., 2007). Navíc se po redukci hmotnosti zlepšují parametry statické posturální stability (například PSV) u obézních jedinců (Taesdale et al., 2007). 20-ti % nárůst tukové tkáně může mít vliv na adaptaci na podnět a omezovat jedince v plánování pohybu. Při neočekávaném zevním podnětu to však může vést ke zhoršení posturální stability (Forhan et Gill, 2013). Jedinci s BMI nad 30 setrvávají více času v nestabilní poloze a obezita má vliv na výběr vhodných motorických strategií k udržení posturální stability (Greve et al., 2007).

6.2 Diskuze k hypotéze č. 2

H2: „Předpokládám, že dojde ke statisticky významnému posunu souřadnic COP na ose X a Y ke středu pravoúhlé soustavy souřadnic po přístrojové lymfodrenáži.“

Z průměrných výsledků hodnot umístění COP na ose Y a směrodatných odchylek před a po přístrojové lymfodrenáži je patrné, že probandi přenášejí váhu spíše na paty (zadní kvadranty). Po přístrojové lymfodrenáži došlo k opačnému trendu než jsme předpokládali, posunu od středu souřadnic na ose Y. Tento jev je statisticky nevýznamný v případě testování s otevřenými očima a středně významný při zavřených očích.

Z průměrných výsledků hodnot umístění COP na ose X a směrodatných odchylek po přístrojové lymfodrenáži je patrné, že došlo k nepatrnému přiblížení ke středu souřadnic, které není statisticky významné.

Z výsledků plyne, že probandi po přístrojové lymfodrenáži přenášejí svoje COP více do zadních kvadrantů a jsou stranově vyrovnanější, než před přístrojovou lymfodrenáží, kdy COP bylo také umístěno v zadních kvadrantech, ale stranově byli více nevyrovnaní.

Dle Angina a kolektivu bylo zjištěno významné posunutí COG ve skupině s unilaterálním ULL směrem k lymfedématické straně. Průměrné posunutí a poloha těžiště byla pod úhlem $60,65^\circ$ v prvním předním kvadrantu a o 25% LOS posunuta za hranici BS (Angin et al., 2014). Tato studie potvrzuje naše předpoklady o umístění těžiště a tedy i COP na stranu končetiny s lymfedémem.

Na počítačových baropodometrických záznamech klidného stoje došlo u obézních jedinců ke zvýšení maximálního tlaku v přední části chodidla a celkově ke zvýšení tlaků na kontaktní ploše chodidla. Zatížení přední části chodidla vede k posunu těžiště směrem dopředu. To způsobuje zhoršení rovnováhy, čemuž se obézní jedinci brání zvětšením BS. Současně může nadměrný tlak v přední části chodidla narušovat kadenci chůze a krok (Fabris et al., 2006). I když se původně jedná o fyziologickou změnu, tato posloupnost adaptačních procesů může vést k horším a ireverzibilním deformacím, než jaké se vyskytují na páteři, protože zvětšená BS může vést až ke kolenní valgozitě, plochonoží a zevní rotaci chodidla (De Souza, 2005). Dále bylo prokázáno, že vychýlení COP o více než 10 mm způsobuje výrazné zhoršení posturální stability. U

jedinců s abdominální obezitou dochází k velkému vychýlení anteriorně poměrně snadno (Juras et Slomka, 2016). Naše výsledky poukazují na posun COP spíše posteriorně. Tento trend si vysvětlují rozdílným rozložením tělesné hmoty v případě abdominální obezity a lymfedému DKK, kde očekáváme nárůst hmoty převážně na DKK.

6.3 Diskuze k hypotéze č. 3

H3: „Předpokládám, že průměrná hodnota COP X bude statisticky významně směřovat na stranu dolní končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.“

Hypotéza H3 nebyla potvrzena, ale ukázalo se, že umístění COP na ose X u 8 z 13 pacientů směřovalo na stranu končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.

Několik experimentálních studií, které byly provedeny za účelem zkoumání vlivu jednostranného zatížení na vzpřímené držení těla, odhalilo, že když probandi nesou břemeno na jedné straně, posunou svou tělesnou hmotnost a COG směrem ke straně zatížení (Haddad et al., 2011). Kromě toho bylo zjištěno, že velikost posturálních výkyvů byla ovlivněna nerovnoměrným rozložením tělesné hmotnosti. Větší jednostranná zátěž posunovala COG blíže k hranici LOS, což vedlo ke snížení posturální stability (Genthon et Rougier, 2005). To podporuje výsledek ve studii Angina a kolektivu z roku 2014, kde došlo k významnému zvýšení posturálních výkyvů ve skupině s lymfedémem. Posturální výkyvy byly ještě vyšší na kontralaterální straně v podmínkách se zavřenýma očima ve srovnání s lymfedematickou stranou. Tato zjištění mohou naznačovat, že kontrola umístění COG se stala obtížnou, protože vzdálenost od COG HK s lymfedémem ke kontralaterální DK byla větší než vzdálenost k ipsilaterální straně (Angin et al., 2014). Podobného výsledku dosáhl ve studii také Haddad v roce 2011, který zjistil, že posturální výkyvy byly větší na straně bez jednostranného zatížení (Haddad et al., 2011).

Podobně je tomu i v případě unilaterální amputace HK, která způsobuje v souvislosti se ztrátou hmotnosti posun trupu na stranu amputace, skoliózu s úklonem na stranu amputace, elevaci ramene na straně amputace a torzi trupu. Amputař kompenzuje ztrátu

hmotnosti posunutím horního trupu na stranu amputace. Výsledkem je posun těžiště na stranu bez amputace. Zatímco BS vyžaduje, aby COG bylo udržováno nad středem BS, asymetrické zatížení končetin vede k posunu COG tedy i COP (Greitemann et al., 1996).

Bylo prokázáno, že abdominální obezita přispívá k posunu těžiště směrem dopředu. Zároveň dochází k projekci těžiště blíže k hranici BS, což vede k vyšším nárokům na udržení rovnováhy a zvyšuje riziko pádu. Při posunu těžiště vpřed dochází zároveň k zvýšení momentu otáčení v koníku, který je podstatný pro tělesnou stabilizaci ve vzpřímené poloze (Corbeil et al., 2001). Posun těžiště směrem vpřed výrazně narušuje AP stabilitu (Teasdale et al., 2007).

V hypotéze číslo 2 byl již tento předpoklad umístění COP na stranu DKK také nastíněn. Vzhledem k výše zmíněným studiím můžeme očekávat posun COP na stranu LLL. Systematické přehledy literatury z předchozích studií naznačují, že ML oscilace COP by mohly poskytnout užitečné informace při predikci pádů (Piirtola et Era, 2006). Nerovnoměrné rozložení tělesné hmoty v našem případě povede k posunu COG směrem vzad k hranicím BS, tedy k narušení posturální stability v AP směru.

6.4 Diskuze k hypotéze č. 4

H4: „Předpokládám, že se hodnoty poměru C.E. / O.E. Area Ratio a Perimeter Ratio statisticky významně posunou zpět do fyziologického rozpětí po přístrojové lymfodrenáži.“

Poměr délek obvodu statokineziogramu (Perimeter Ratio) při zavřených a otevřených očích nevykazuje žádné početní rozdíly před a po přístrojové lymfodrenáži (10:3 ve prospěch fyziologického rozpětí). Poměr EA (Area Ratio) při zavřených a otevřených očích byl po aplikaci přístrojové lymfodrenáže ve fyziologickém intervalu u tří pacientů navíc než před aplikací. Z průměrných výsledků poměru Area Ratio před aplikací přístrojové lymfodrenáže je zřejmé, že se hodnoty pohybují nad normou pro tento parametr (110 – 250). Hodnoty nad 250 indikují deficit ve statickém řízení rovnováhy z vestibulárních či proprioceptivních příčin. Přestože se hypotéza H4 nepotvrdila, u obou

sledovaných parametrů došlo k průměrnému snížení hodnot po aplikaci přístrojové lymfodrenáže.

Role propioceptivní aferentace v posturální kontrole převažuje hlavně ve stoji na stabilním povrchu, zatímco na nestabilním povrchu se více zapojuje zraková a vestibulární kontrola (Mauer et al., 2000). Dle Peterky (2004) se při stoji na pevné podložce zdravý jedinec spoléhá ze 70 % na propioceptivní systém, z 20 % na vestibulární aparát a z 10 % na zrak. Čím více je povrch nestabilní, tím více se zvyšuje poměr informací ze zrakového a vestibulárního aparátu (Peterka a Loughlin, 2004).

Obezita je obecně spojována s posturální nestabilitou v důsledku rozšířené kontaktní plochy plochy s podložkou a snížení senzoričkových informací z plosek nohou (Ku et al., 2012).

V našem případě při testování na pevné podložce v testu SCDS očekáváme hlavní vliv propioceptivního systému, přičemž hodnoty nad 250, kterých je před aplikací přístrojové lymfodrenáže značná převaha, upozorňují právě na deficit v propioceptivním systému. Pouze ve 4 případech z 52 měření u obou sledovaných parametrů výsledky poukazovaly na deficit zraku, což přisuzují věku nad 70 let ve 3 případech.

6.5 Diskuze k hypotéze č. 5

H5: „Předpokládám, že dojde ke statisticky významnému zlepšení v dosahování cílů testu LOS na straně dolní končetiny s lymfedémem před přístrojovou lymfodrenáží.“

Vzhledem k průměrným hodnotám dosahování cílů v testu LOS hypotéza H5 nemohla být potvrzena. Průměrné skóre na straně končetiny bez lymfedému je vyšší, tedy trend je opačný než jsme předpokládali. Lepší výsledky na straně zdravé DK přisuzují vyšší aferentaci z propioceptorů na straně zdravé DK.

Ve studii Angina a kolektivu hodnoty DCL ve skupině s ULL byly významně nižší všemi směry, což naznačuje špatnou směrovou kontrolu u probandů s lymfedémem během pohybu ze středu k cílům. Delší vzdálenost mezi posunutým COG na stranu lymfedému a cílem na kontralaterální straně může mít za následek nižší DCL v kontralaterálním směru. Bylo také zjištěno, že DCL v zadním směru je nízké ve skupině

s ULL. Dalo by se předpokládat, že když proband věnuje pozornost naklonění dozadu k předem určenému cíli, minimalizace vnějších pohybů v ML směru je kvůli asymetrickému držení těla obtížná (Angin et al., 2014). Podobné výsledky byly nalezeny v předchozích studiích uvádějících, že pokud se jedinec zaměří na dosažení cíle v jednom směru za snížení posturálních výkyvů, dochází ke zvýšení posturálních výkyvů v jiných směrech (Balasubramaniam et Turvey, 2000).

Dle Menegoniho a kolektivu přírůstek hmotnosti ovlivňuje posturální stabilitu a modifikuje geometrii těla. Dochází k nárůstu hmotnosti na rozdílných částech těla a právě to ovlivňuje biomechaniku při každodenních aktivitách. Z výsledků studie vyplývá, že nárůst tělesné hmoty vede k AP nestabilitě u obou pohlaví a ML nestabilitě pouze u mužů. A proto by rehabilitační programy měly brát v úvahu a klást důraz posílení flexorů a extenzorů v oblasti kotníku u obou pohlaví (Menegoni et al., 2009). Rozdíl v posturální stabilitě mezi skupinou obézních a normosteniky byl statisticky významný i v další studii. Normostenici dosahovali cílů před sebou průměrně 40,19 cm a morbidně obézní pouze 32,25 cm. Tato studie opět prokazuje omezení práce s těžištěm směrem dopředu u morbidně obézních (Singh et al., 2009).

6.6 Diskuze k limitacím výzkumu

Vzhledem k epidemiologické situaci v roce 2020 kolem pandemie Covid-19 a uzavření ambulantního provozu v ON Kladno v jejím důsledku, počet probandů klesl z původně plánovaných 25 na 13. Součástí výzkumu mělo být alespoň 5 probandů, u kterých měla být sledována dlouhodobá intervence přístrojové lymfodrenáže. Bohužel, ani v tomto případě to epidemiologická situace neumožnila. Více než jedna aplikace intervence by mohla statisticky významně ovlivnit sledované parametry.

K dalším limitům studie patří věková nehomogenita a různý stupeň manifestace lymfedému ve skupině probandů. Homogenita sledované skupiny by zamezila zkreslení výsledků a pomohla upřesnit závěr o úrovni posturální stability probandů s unilaterálním lymfedémem dolních končetin. V dalších výzkumech doporučuji vyhodnocení statické a dynamické posturální stability v kombinaci různých stupňů LLL v rámci skupin s vyšším počtem probandů.

Také by bylo vhodné zařadit objektivnější metody hodnocení lymfedému, jako je například perometrie, která měří objem lymfedému infračerveným paprskem. V našem případě byly obvody měřeny pomocí metru a relativně snadno zde mohlo dojít k chybě měření při sběru dat, hlavní příčinu zde hraje lidský faktor. Na druhou stranu obvodové míry byly vždy měřeny jedním terapeutem a stejnou technikou.

Při sběru dat byly opomíjeny faktory jako je cirkadiánní rytmus, při kterém kvalitu posturální stability mohlo ovlivnit kolísání aktivity a bdělosti v průběhu dne. V potaz by měla být brána i únavu a stravovací návyky jednotlivých probandů, aby měli vytvořeny podobné podmínky před intervencí.

Validita a reliabilita měření je detailněji zmíněna v kapitole metodika. Reliabilita testů platformy ProKin 252 je nezbytná pro identifikaci a léčbu poruch souvisejících s posturální stabilitou. Přestože na tomto zařízení proběhla celá řada výzkumů prezentovaných v prestižních časopisech, doporučila bych provést standardizaci testů využívaných touto platformou. Standardizační postup je poměrně časově, finančně i organizačně složitý postup, který by měl být použitý v procesu vývoje nových nástrojů vědeckých měření. Standardizační postup by měl být proveden alespoň na takové úrovni, jak je popsán v článku: „*A practical guide to pilot standardization of tests*“ (Štochl, Musálek, 2007).

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zhodnotit efekt přístrojové lymfodrenáže na posturální stabilitu u pacientů s unilaterálním LLL. Na utváření PS se podílí celá řada somatických systémů a rizikových faktorů, u kterých byl předchozím zkoumáním prokázán vliv na PS. Doposud se podobnou problematikou zabývalo pouze několik studií v rámci unilaterálního ULL a prozatím byla provedena 1 studie z roku 2019 cílena na vliv LLL na PS. Proto výběr tohoto tématu považuji za velice perspektivní vzhledem k současnému stavu bádání.

Z našich výsledků plyne, že okamžitý efekt jedné intervence přístrojovou lymfodrenáží nemá dostatečně statisticky významný vliv na PS u probandů s LLL, čímž jsme si odpověděli na první výzkumnou otázku. Přestože se naše hypotézy nepotvrdily, v některých případech byl trend ve prospěch našich předpokladů. Jednalo se o výsledky testu LOS, BBF a sledované parametry umístění Average COP na ose XY a Area Ratio. Oproti tomu výsledky testu SCDS a LOS na straně lymfedému dopadly protichůdně k našemu očekávání. U parametru Perimeter Ratio nedošlo k žádné změně po aplikaci přístrojové lymfodrenáže. Přesto je z výsledků patrné, že probandi umísťují COP na stranu LLL a do zadních kvadrantů, na tomto předpokladu byla založena druhá výzkumná otázka. Dále se ve skupině s LLL objevuje vyšší riziko pádu a deficit v propriocepci na DKK.

Na posturální stabilitu mají vliv i morfologické vlastnosti, jako je tělesná hmotnost, která je u probandů v našem výzkumu výrazně vyšší (převaha 3. stupně obezity). V řadě studií byl prokázán vliv abdominální obezity a zvýšeného BMI nad normu na posturální stabilitu a její udržení výběrem vhodných motorických strategií. Nerovnoměrné rozložení tělesné hmoty v našem případě pravděpodobně povede k posunu COG směrem vzad k hranicím BS, což může vést k narušení posturální stability v AP směru. Rehabilitační programy by se proto měly zaměřovat na posílení flexorů a extenzorů kotníků. Očekávaný posunu těžiště směrem vzad může způsobovat zhoršení rovnováhy, čemuž je bráněno zvětšením BS. Současně může nadměrný tlak v zadní části chodidla narušovat kadenci chůze a krok. I když se původně jedná o fyziologickou změnu, tato poslušnost adaptačních procesů může vést k ireverzibilním deformacím na DKK, jako

je kolenní valgozita, plochonoží a zevní rotace chodidla. Narušení posturální stability v důsledku lymfedému může mít také negativní vliv na rovnováhu a zvyšovat riziko pádu, které je spojováno s nárůstem poranění pohybového aparátu, a tedy s větší zátěží zdravotnického systému. Utrpět může i psychika a socializace jedinců s LLL. Z těchto důvodů doporučuji začlenit hodnocení posturální stability do rutinní klinické praxe. Důraz by měl být kladen na posturální patologie v souvislosti s lymfedémem, jejich včasnou diagnostiku a rehabilitaci.

Cíle této práce považuji za splněné. V dalších studiích doporučuji zařazení standardizovaných testů pro hodnocení statické a dynamické posturální stability a vhodný výběr platformy k testování na základě dostupných informací o validitě a reliabilitě jejího měření. Dále doporučuji zařadit objektivnější metody hodnocení lymfedému.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. AKITA, S., et al. Early diagnosis and risk factors for lymphedema following lymph node dissection for gynecologic cancer. *Plastic and reconstructive surgery* [online]. 2013, 131(2), 283-290 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318277870f. Dostupné z: [sci-hub.se/10.1097/PRS.0b013e318277870f](https://pubs.ascp.net/doi/10.1097/PRS.0b013e318277870f)
2. AKYÜZ, Ö. Effect of Aerobic Loading on Static Balance in Young Athletes. *Journal of Education and Training Studies* [online]. 2017, 5(3), 154-159 [cit. 29.4.2021]. DOI: 10.11114/jets.v5i3.2177. Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1133835.pdf>
3. ANGIN, S., et al. Unilateral upper extremity lymphedema deteriorates the postural stability in breast cancer survivors. *Contemporary Oncology* [online]. 2014, 18(4), 279 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.5114 / wo.2014.44120. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4171475/>
4. BALASUBRAMANIAM, R.; TURVEY, M. T. The handedness of postural fluctuations. *Human Movement Science* [online]. 2000, 19(5), 667-684 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.1016/S0167-9457(00)00035-X. Dostupné z:[https://sci-hub.se/10.1016/S0167-9457\(00\)00035-X](https://sci-hub.se/10.1016/S0167-9457(00)00035-X)
5. BALZARINI, A., et al. Biomechanical evaluation of scapular girdle in patients with chronic arm lymphedema. *Lymphology* [online]. 2006, 39(3), 132-140 [cit.8.5.2021]. PMID:17036634. Dostupné z: <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/lymph/article/viewFile/17132/16923>
6. BARATTO, L., et al. A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Motor control* [online]. 2002, 6(3), 246-270 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1123/mcj.6.3.246.

Dostupné z:

<http://www.neurolab.laboratorium.dist.unige.it/Neurolab/Papers/MotorControl2002.PDF>

7. BECHYNĚ, M.; R. BECHYŇOVÁ. *Mízní otok - lymfedém: komplexní terapie*. Praha: Phlebomedica, 1997. [cit.4.9.2020]. ISSN 80-9012981-1
8. BENDA, K. *Lymfedém: komplexní fyzioterapie, lymfodrenáže a doplňující léčebná péče*. V Brně: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007 [cit.4.9.2020]. ISBN 978-80-7013-455-9.
9. BERTELS, T.; SCHMALZ, T.; LUDWIGS, E. Biomechanical influences of shoulder disarticulation prosthesis during standing and level walking. *Prosthetics and orthotics international* [online]. 2012, 36(2), 165-172 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.1177/0309364611435499. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0309364611435499>
10. BIZOVSKÁ, L.; M. JANURA; M. MÍKOVÁ; Z. SVOBODA. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017 [cit. 7.9.2020]. ISBN online: 978-80-244-5260-9. DOI: 10.5507/ftk.17.24452593. Dostupné z: https://books.google.cz/books/about/Rovnov%C3%A1ha_a_mo%C5%BEnosti_jej%C3%ADho_hodnocen.html?id=aVNMDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
11. BLOEM, B. R.; VISSER, J. E.; ALLUM, J. H. Posturography. In *Handbook of clinical neurophysiology* [online]. 2003, Elsevier, vol. 1, 295-336 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1016/s1567-4231(09)70168-6. Dostupné z: [sci-hub.se/10.1016/s1567-4231\(09\)70168-6](http://sci-hub.se/10.1016/s1567-4231(09)70168-6)

12. BRINGOUX, L., et al. Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *Journal of Vestibular Research* [online]. 2000, 10(6), 251-258 [cit. 7.9.2020]. PMID: 11455106. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.464.1394&rep=rep1&type=pdf>

13. BTL zdravotnická technika. *TecnoBody™ Rehabilitační zařízení* [online]. 2012, 14-18 [cit.23.8.2020]. Dostupné z: <https://adoc.tips/tecnobody-tm-rehabilitani-zaizeni.html>

14. CATTANEO, D.; JONSDOTTIR, J. Sensory impairments in quiet standing in subjects with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* [online]. 2009, 15(1), 59-67 [cit. 29.4.2021]. DOI: 10.1177/1352458508096874. Dostupné z: sci-hub.se/10.1177/1352458508096874

15. CATTANEO, D., et al. Stabilometric assessment of context dependent balance recovery in persons with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation* [online]. 2014, 11(1), 1-7 [cit. 29.4.2021]. DOI: 10.1186/1743-0003-11-100. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/1743-0003-11-100>

16. CATTANEO, D., et al. Comparison of upright balance in stroke, P arkinson and multiple sclerosis. *Acta Neurologica Scandinavica* [online]. 2016, 133(5), 346-354 [cit. 29.4.2021]. DOI: 10.1111/ane.12466. Dostupné z: <https://sci-hub.se/10.1111/ane.12466>

17. ÇAKMAK, E.; ALPARSLAN, İ. N. C. E.; ERDAL, A. R. I. The Examinaton Of Relationships Among Static And Dynamic Balance, Speed And Agility In Female Football Players. *The Journal of International Anatolia Sport Science* [online]. 2019, 4(3), 24-29 [cit. 29.4.2021]. DOI:

10.5505/jiasscience.2020.39974. Dostupné z:
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/947484>

18. CAMERON, M.; MONROE, L. *Physical Rehabilitation-E-Book: Evidence-based examination, evaluation, and intervention* [online]. Elsevier Health Sciences, 2007 [cit. 7.9.2020]. ISBN 9781416065319.
19. CARRICK, F. R., et al. Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disability and rehabilitation* [online]. 2007, 29(24), 1881-1889 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1080/09638280601141335. Dostupné z: <https://scihub.tw/10.1080/09638280601141335>
20. CLARK, S.; ROSE, D. J.; FUJIMOTO, K. Generalizability of the limits of stability test in the evaluation of dynamic balance among older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation* [online]. 1997, 78(10), 1078-1084 [cit. 29.4.2021]. DOI: 10.1016/S0003-9993(97)90131-3 Dostupné z: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(97\)90131-3/pdf](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(97)90131-3/pdf)
21. CORBEIL, P., et al. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* [online]. 2001, 9(2), 126-136 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1109/7333.928572. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.927.9805&rep=rep1&type=pdf>
22. ČÍŽEK, V. Lymfedém v praxi ambulantního angiologa. *Postgraduální medicína* [online]. 2013, 15(2), 139-148 [cit.4.9.2020]. ISSN 1212-4184. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/lymfedem-v-praxi-ambulantniho-angiologa-468960>

23. DALLINGA, J. M., et al. Dynamic postural stability differences between male and female players with and without ankle sprain. *Physical therapy in sport* [online]. 2016, 17, 69-75 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1016/j.ptsp.2015.05.002. Dostupné z: https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/42772053/Complete_thesis.pdf#page=58
24. DE SOUZA, S. A. F., et al. Postural changes in morbidly obese patients. *Obesity surgery* [online]. 2005, 15(7), 1013-1016 [cit.2.5.2021]. DOI: 10.1381/0960892054621224. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1381/0960892054621224>
25. DIAMANTOVÁ, D. Problematika lymfedému v ordinaci praktického lékaře. *Medicina pro praxi* [online]. 2011, 8(4), 172-176 [cit.4.9.2020]. ISSN 1214-8687. Dostupné z: https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-201104-0006_Problematika_lymfedemu_v_ordinaci_practickeho_lekare.php
26. DORUK ANALAN, P.; KAYA, E. Postural Stability in Patients with Lower Limb Lymphedema. *Lymphatic research and biology* [online]. 2019, 17(6), 647-650 [cit.2.5.2021]. DOI: 10.1089/lrb.2019.0004. Dostupné z: <https://scihub.se/10.1089/lrb.2019.0004>
27. DŽUPINA, A.; Š. LUKÁČ. Prístrojová lymfodrenáž ako pilier terapie lymfedému. *Vnitřní lékařství* [online]. 2015, 61(2), 46 [cit.17.4.2021]. ISSN 0042-773X. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/vnitri-lekarstvi-clanek/kardiologie-iii-a-varia-52302>
28. ELIŠKA, O. Fyzikální léčba lymfedému přístroji : intermitentní pneumatická lymfodrenáž. In BENDA, Karel, et al. *Lymfedém : Komplexní fyzioterapie, lymfodrenáže a doplňující cvičení*. 1. Vyd. Brno, 2007. s. 143. ISBN 978-80-7013-455-9.

29. ELIŠKA, O.; H. HOUDOVÁ; V. PAVLASOVÁ; M. WALD, M. WITTNEROVÁ; K. BENDA; Z. NAVRÁTILOVÁ. LYMFEDÉM Standard léčebného plánu České lymfologické společnosti ČLS JEP. *Česko-slovenská dermatologie* [online]. 2009, 84(4), 194-198 [cit.4.9.2020]. ISSN 0009-0514. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/cesko-slovenska-dermatologie/2009-4/lymfedem-standard-lecebneho-planu-ceske-lymfologicke-spolecnosti-cls-jep-7669>
30. FABRIS, S. M., et al. Computerized baropodometry in obese patients. *Obesity surgery* [online]. 2006, 16(12), 1574-1578. DOI: 10.1381/096089206779319293. Dostupné z: <https://scihub.se/10.1381/096089206779319293>
31. FALADOVÁ, K.; NOVÁKOVÁ, T. Posturální strategie v průběhu motorického vývoje. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2009, 16(3), 116-119 [cit. 7.9.2020]. ISSN 1211-2658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2009-3/posturalni-strategie-v-prubehu-motorickeho-vyvoje-15724>
32. FERBER-VIART, C., et al. Balance in healthy individuals assessed with Equitest: maturation and normative data for children and young adults. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2007, 71(7), 1041-1046 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1016/j.ijporl.2007.03.012. Dostupné z: scihub.se/10.1016/j.ijporl.2007.03.012
33. FÖLDI, M.; E. FÖLDI, ed. *Lymfologie*. Praha: Grada Publishing, 2014 [cit.4.9.2020]. ISBN 978-80-247-4300-4.
34. FORHAN, M.; GILL, S. V. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2013, 27(2), 129-137 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1016/j.beem.2013.01.003. Dostupné z:

http://www.bu.edu/motordevlab/files/2012/08/2013_Obesity-functional-mobility-and-QoL.pdf

35. FUNDA, T., et al. Vyhodnocování dat z měření stability pomocí balanční plošiny. In: *Mezinárodní konference Technical Computing Prague 2008* [online]. 2008 [cit. 7.9.2020]. Dostupné z: http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/matlab08/prispevky/034_funda.pdf
36. GENTHON, N.; ROUGIER, P. Influence of an asymmetrical body weight distribution on the control of undisturbed upright stance. *Journal of biomechanics* [online]. 2005, 38(10), 2037-2049 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2004.09.024. Dostupné z: <https://sci-hub.se/10.1016/j.jbiomech.2004.09.024>
37. GREITEMANN, B.; GÜTH, V.; BAUMGARTNER, R. Asymmetry of posture and truncal musculature following unilateral arm amputation--a clinical, electromyographic, posture analytical and photogrammetric study. *Zeitschrift für Orthopadie und ihre Grenzgebiete* [online]. 1996, 134(6), 498-510 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.1055/s-2008-1037445. Dostupné z: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2008-1037445>
38. GREVE, J., et al. Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics* [online]. 2007, 62(6), 717-720 [cit.2.5.2021]. ISSN 1980-5322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/S1807-59322007000600010>
39. HADDAD, J. M., et al. Postural asymmetries in response to holding evenly and unevenly distributed loads during self-selected stance. *Journal of Motor Behavior* [online]. 2011, 43(4), 345-355 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.1080/00222895.2011.596169. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Charmayne-Hughes/publication/51507192_Postural_Asymmetries_in_Response_to_Holding

_Evenly_and_Unevenly_Distributed_Loads_During_Self-Selected_Stance/links/0deec5278c10e10d31000000/Postural-Asymmetries-in-Response-to-Holding-Evenly-and-Unevenly-Distributed-Loads-During-Self-Selected-Stance.pdf

40. HAESLER, E. Evidence Summary: Single modality treatment of lymphoedema: Manual lymphatic drainage. *Wound Practice & Research: Journal of the Australian Wound Management Association* [online]. 2016, 24.2: 116-118 [cit.4.9.2020]. Dostupné z: <https://journals.cambridge.com.au/application/files/1415/8450/8339/summary1.pdf>
41. HORAK, F. B.; HENRY, S. M.; SHUMWAY-COOK, A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy* [online]. 1997, 77(5), 517-533 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1093/ptj/77.5.517. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ptj/77.5.517>
42. HUE, O., et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & posture* [online]. 2007, 26(1), 32-38 [cit.2.5.2021]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2006.07.005. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.927.9790&rep=rep1&type=pdf>
43. HRYSOMALLIS, C. Balance ability and athletic performance. *Sports medicine* [online]. 2011, 41(3), 221-232 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.2165/11538560-000000000-00000. ISSN 11792035. Dostupné z: <http://vuir.vu.edu.au/9079/1/Manuscript%20BALANCE%20R2.pdf>
44. CHEN, A., et al. Intermittent pneumatic compression devices—physiological mechanisms of action. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*

- [online]. 2001, 21(5), 383-392 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1053/ejvs.2001.1348.
Dostupné z: [https://www.ejves.com/article/S1078-5884\(01\)91348-6/pdf](https://www.ejves.com/article/S1078-5884(01)91348-6/pdf)
45. IWERSEN, L. F., et al. Evidence-based practice in the management of lower limb lymphedema after gynecological cancer. *Physiotherapy theory and practice* [online]. 2017, 33(1), 1-8 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1080/09593985.2016.1247935. Dostupné z: <https://sci-hub.se/10.1080/09593985.2016.1247935>
46. JANURA, M., et al. Metody biomechanické analýzy pohybu. *Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci*. 2012 [cit. 7.9.2020]. ISBN: 8024432617.
47. JURAS, G.; SLOMKA, K. *Current Research in Motor Control V: Bridging Motor Control and Biomechanics*. 2016, 1. vyd. Katowice: Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego. ISBN 9788364036644.
48. KAFKOVÁ, J.; P. ZÍMOVÁ; J. MOTYKOVÁ; H. ĎURĐOVÁ. Péče o pacienty s lymfedémem v České republice - úvod do problematiky. *Praktický lékař* [online]. 2019, 99(4), 172-174 [cit.4.9.2020]. ISSN 0032-6739. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticky-lekar/2019-4-7/pece-o-pacienty-s-lymfedemem-v-ceske-republice-uvod-do-problematiky-113617>
49. KIM, S.-J.; PARK, Y.-D. Effects of complex decongestive physiotherapy on the oedema and the quality of life of lower unilateral lymphoedema following treatment for gynecological cancer. *European journal of cancer care* [online]. 2008, 17(5), 463-468 [cit.2.5.2021]. DOI: 10.1111/j.1365-2354.2007.00877.x. Dostupné z: <https://sci-hub.se/10.1111/j.1365-2354.2007.00877.x>
50. KLAUZOVÁ, K. Diagnostika a léčba lymfedému. *Medicina pro praxi* [online]. 2010, 7(2), 53-57 [cit.4.9.2020]. ISSN 1214-8687. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/02/02.pdf>

51. KOBROVÁ, J. *Lymfotaping: terapeutické využití tejpování v lymfologii*. Praha: Grada Publishing, 2017 [cit.4.9.2020]. ISBN 978-80-271-0182-5.
52. KU, P. X., et al. Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *Journal of biomechanics* [online]. 2012, 45(9), 1638-1642 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2012.03.029. Dostupné z: https://www.academia.edu/download/43406889/Biomechanical_evaluation_of_the_relation20160305-10292-r3dkzi.pdf
53. KUO, A. An optimal state estimation model of sensory integration in human postural balance. *Journal of neural engineering* [online]. 2005, 2(3), 235-249 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1088/1741-2560/2/3/S07. Dostupné z: https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/49185/jne5_3_s07.pdf?sequence=2
54. LOPERA-MUÑETON, C., et al. Body posture and biomechanics in women after mastectomy. In: *Journal of Physics: Conference Series* [online]. IOP Publishing, 2019, p.012009 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1088/1742-6596/1418/1/012009. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1418/1/012009/pdf>
55. MAURER, C., et al. Vestibular, visual, and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neuroscience letters* [online]. 2000, 281(2-3), 99-102 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1016/S0304-3940(00)00814-4. Dostupné z: [sci-hub.se/10.1016/S0304-3940\(00\)00814-4](https://sci-hub.se/10.1016/S0304-3940(00)00814-4)
56. MARRS, J. Lymphedema and implications for oncology nursing practice. *Clinical journal of oncology nursing* [online]. 2007, 11(1), 19-21 [cit.4.9.2020]. DOI: 10.1188/07.CJON.19-21. Dostupné z: sci-hub.se/10.1188/07.CJON.19-21

57. MENEGONI, F., et al. Gender-specific effect of obesity on balance. *Obesity* [online]. 2009, 17(10), 1951-1956 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1038/oby.2009.82. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1038/oby.2009.82>
58. MCDONALD, J. H. Handbook of Biological Statistics 3rd ed Sparky House Publishing. *Baltimore, MD*. 2014 [online], 121-189 [cit. 27.1.2021]. Dostupné také z: <http://www.biostathandbook.com/HandbookBioStatThird.pdf>
59. MUCHOVÁ, I. Lymfedém, lipedém otoků dolních končetin a diferenciální diagnostika. *Postgraduální medicína* [online]. 2010, 12(1), 94-98 [cit.4.9.2020]. ISSN 1212-4184. Dostupné také z: <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/lymfedem-lipedem-otoku-dolnich-koncetini-a-diferencialni-diagnostika-448929>
60. NAVRÁTILOVÁ, Z. Diagnostika a léčba lymfatických otoků. *Sanquis* [online]. 2009, 2009(71), 87-88 [cit.4.9.2020]. ISSN 1212-6535. Dostupné z: <https://www.sanquis.cz/index1.php?linkID=art2616>
61. OMAR, M. T. A., et al. Treatment of post-mastectomy lymphedema with laser therapy: double blind placebo control randomized study. *Journal of Surgical Research* [online]. 2011, 165.1: 82-90 [cit.4.9.2020]. DOI: 10.1016/j.jss.2010.03.050
62. PETERKA, R. J.; LOUGHLIN, P. J. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology* [online]. 2004, 91(1), 410-423 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1152/jn.00516.2003. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/jn.00516.2003>
63. PIIRTOLA, M.; ERA, P. Force platform measurements as predictors of falls among older people—a review. *Gerontology* [online]. 2006, 52(1), 1-16 [cit.17.4.2021]. DOI: 10.1159/000089820. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/profile/Maarit-Piirtola/publication/7333478_Force_Platform_Measurements_as_Predictors_of_Falls_among_Older_People_-_A_Review/links/53e390860cf23a7ff74964bb/Force-Platform-Measurements-as-Predictors-of-Falls-among-Older-People-A-Review.pdf

64. QAZI, S. L., et al. High postural sway is an independent risk factor for osteoporotic fractures but not for mortality in elderly women. *Journal of Bone and Mineral Research* [online]. 2019, 34(5), 817-824 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1002/jbmr.3664. Dostupné z: <https://asbmr.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jbmr.3664>
65. ŠCIBEK, J., et al. Postural Stability of Women Over 60 Years: Physically Active and Physically Inactive. *Journal of Gerontology & Geriatric Research* [online]. 2018, 7(3) [cit. 7.9.2020]. DOI:10.4172/2167-7182.1000469. Dostupné z: <https://www.longdom.org/open-access/postural-stability-of-women-over-60-years-physically-active-andphysically-inactive-2167-7182-1000469.pdf>
66. SEMA, C. A. N., et al. The comparison of reaction time of male tennis players, table tennis players and the ones who don't exercise at all in 10 to 12 age groups. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* [online]. 2014, 8(2), 195-201 [cit. 7.9.2020]. ISSN: 1307-6477. Dostupné z: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1031866>
67. SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. *Motor control: translating research into clinical practice* (2011). 4.vyd., Lippincott Williams & Wilkins. ISBN: 1608310183.
68. SINGH, D., et al. The effects of obesity and standing time on postural sway during prolonged quiet standing. *Ergonomics* [online]. 2009, 52(8), 977-986

[cit.2.5.2021]. DOI: 10.1080/00140130902777636. Dostupné z: <https://scihub.se/10.1080/00140130902777636>

69. SKELTON, D. A. Effects of physical activity on postural stability. *Age and ageing* [online]. 2001, 30.suppl_4, 33-39 [cit. 7.9.2020]. DOI:10.1093/ageing/30.suppl_4.33. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/11587629_Effects_of_physical_activity_on_postural_stability
70. SLAVÍKOVÁ, Š.; N. VOJÁČKOVÁ; J. HERCOGOVÁ. Komplexní léčba lymfedému. *Postgraduální medicína* [online]. 2010, 12(4), 473-479 [cit.4.9.2020]. ISSN 1212-4184. Dostupné také z: <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/komplexni-lecba-lymfedemu-450803>
71. SMITH, A. W.; ULMER, F. F.; WONG, D. P. Gender differences in postural stability among children. *Journal of human kinetics* [online]. 2012, 33, 25 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.2478/v10078-012-0041-5. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3588681/>
72. STAMBOLIEVA, K., et al. Age-and gender-related changes in the postural stability of healthy children. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences* [online]. 2012, 65(5) [cit. 7.9.2020]. Dostupné z: http://www.academia.edu/download/54115935/AGE-AND_GENDER-RELATED_CHANGES_IN_THE_PO20170811-2917-10qomsg.pdf
73. SUNG, E. S.; KIM, J. H. The influence of ovulation on postural stability (Biodex Balance System) in young female. *Journal of exercise rehabilitation* [online]. 2018, 14(4), 638 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.12965/jer.1836266.133. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6165977/>

74. ŠTOCHL, J.; MUSÁLEK, M. A practical guide to pilot standardization of tests. *Acta Universitatis Carolinae* [online]. 2009, 45(2), 5-15 [cit.8.5.2021].
Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/280552250_A_practical_guide_to_pilot_standardization_of_tests
75. ŠTRINCLOVÁ, J. Co lze očekávat od lymfodrenáží. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2009, 11(9), 422-424 [cit.4.9.2020]. ISSN 1212-7299. Dostupné také z:
<http://www.internimedcina.cz/pdfs/int/2009/09/13.pdf>
76. TANTAWY, S. A., et al. Comparative study between the effects of kinesio taping and pressure garment on secondary upper extremity lymphedema and quality of life following mastectomy: a randomized controlled trial. *Integrative cancer therapies* [online]. 2019, 18 (1534735419847276) [cit.4.9.2020]. DOI: 10.1177/1534735419847276. Dostupné z:
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1534735419847276>
77. TEASDALE, N., et al. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *International journal of obesity* [online]. 2007, 31(1), 153-160 [cit. 7.9.2020]. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803360. Dostupné z:
<https://www.nature.com/articles/0803360>
78. TecnoBody. *PROKIN Systems Clinical Manual*. 2020, 5-126 [cit. 27.1.2021].
Code Version: PKB-MANCLI-04-EN
79. VAŘEKA, I. Posturální stabilita (1. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2002a, 9(4), 115-121 [cit. 7.9.2020]. ISSN 1211-2658. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/280087667_Posturalni_stabilita_Cast_1

80. VAŘEKA, I. Posturální stabilita (2. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2002b, 9(4), 122-129 [cit. 7.9.2020]. ISSN 1211-2658. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/280087508_Posturalni_stabilita_Cast_2
81. VÉLE, F. 1995. Kineziologie posturálního systému. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995 [cit. 7.9.2020]. ISBN 80-7184-100-5.
82. VÉLE, F. *Kineziologie*. 2. vyd. Praha, Triton, 2006 [cit. 7.9.2020]. ISBN: 80-7254-837-9.
83. WALD, M., et al. Co je nového v chirurgické léčbě lymfedému. *Dermatologie pro praxi* [online]. 2012, 6(4), 173-178 [cit.4.9.2020]. Dostupné z:
<https://www.dermatologiepropraxi.cz/pdfs/der/2012/04/03.pdf>
84. WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S. Assessment of balance control in humans. *Med prog technol* [online]. 1990, 16, 31-51 [cit. 7.9.2020]. PMID: 2138696. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/21016730_Assessment_of_balance_control_in_humans
85. WITTLINGER, H. *Manuální lymfodrenáž podle dr. Voddera: praktický průvodce*. Praha: Grada, 2013. Sestra [cit.4.9.2020]. ISBN 978-80-247-4084-3.
86. YE, J., et al. The effects of Baduanjin qigong on postural stability, proprioception, and symptoms of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Frontiers in medicine* [online]. 2020, 6, 307 [cit. 29.4.2021]. DOI: 10.3389/fmed.2019.00307. Dostupné z:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2019.00307/full>

87. ZAJÍCOVÁ, S. Lymfedém - novinky v léčbě. *Dermatologie pro praxi* [online]. 2016, 10(1), 28-31 [cit.4.9.2020]. ISSN 1802-2960. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/der/2016/01/07.pdf>
88. ZHANG, X. A.; YE, M.; WANG, Ch. T. Effect of unilateral load carriage on postures and gait symmetry in ground reaction force during walking. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering* [online]. 2010, 13(3), 339-344 [cit.8.5.2021]. DOI: 10.1080/10255840903213445. Dostupné z: <https://sci-hub.se/10.1055/s-2008-1037445>

SEZNAM VOLNÝCH PŘÍLOH

Příloha č. 1 Žádost Etické komisi UK FTVS

Příloha č. 2 Informovaný souhlas

Příloha č. 3 Diagnostický postup u lymfedému

Příloha č. 4 Graf BMI výzkumného vzorku

Příloha č. 1 Žádost Etické komisi UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na posturální stabilitu

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: říjen 2020 – prosinec 2020

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Bc. Klára Nechvátalová, UK FTVS obor fyzioterapie

Hlavní řešitel: Bc. Klára Nechvátalová, UK FTVS obor fyzioterapie

Místo výzkumu (pracoviště): ON Kladno

Spoluřešitel(é): -

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Tereza Nováková, PhD.

Finanční podpora: -

Popis projektu: Jedná se o klinickou kontrolovanou studii, která bude probíhat v ON Kladno, kde se nachází proprioceptivně-stabilometrické zařízení ProKin 252, pomocí něhož bude vyhodnocena posturální stabilita u osob trpících lymfedémem dolních končetin. Cílem výzkumného projektu je prokázat pozitivní účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na posturální stabilitu u osob s lymfedémem. Účastníkům budou před a po přístrojové lymfodrenáži měřeny obvody dolních končetin. Posturální stabilita na zařízení ProKin 252 bude také testována před a po přístrojové lymfodrenáži a to ve stoji na platformě s otevřenými očima a v druhém případě s vyřazením zraku. Použitím přístrojové lymfodrenáže očekávám, že dojde ke snížení lymfedému, které se projeví zmenšením obvodů postižené končetiny, což povede ke zlepšení propriocepce a tím pádem i posturální stability pacientů.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků je 25 a jejich přibližný věk bude v rozmezí od 18 do 80 let. Hlavní podmínkou přijetí do studie je lymfedém dolních končetin. Projektu se nemohou účastnit osoby s poruchou: čítí, propriocepce, vestibulárního systému a zraku. Dále projekt není vhodný pro osoby s: centrální či periferní lézí nebo jinou poruchou nervového systému, primárním neuromuskulárním onemocněním, závažným zraněním dolních končetin nebo jejich amputací, přítomností zevního fixátoru anebo kovových implantátů na dolní končetině s akutním zejména s infekčním onemocněním či v rekonvalescenci po onemocnění a úrazu. Těhotné ženy a děti do projektu zařazeny také nebudou.

Zajištění bezpečnosti: Metoda je neinvazivní a bezbolestná. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžné očekávaná rizika u aktivit a terapie prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Účastníci budou do studie zařazeni na doporučení jejich ošetřujícího lékaře, který je indikuje k lymfodrenáži. U jejich vyšetření a terapie bude vždy přítomen fyzioterapeut. Účastníci budou předem poučeni o postupu, účincích terapie, aplikaci přístrojové lymfatické drenáže a bezpečnosti práce na proprioceptivně-stabilometrickém zařízení, kde dle mého názoru nehrozí riziko pádu při dodržení postupu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Etické aspekty výzkumu: Projektu se mohou účastnit všichni pacienti docházející na přístrojovou lymfodrenáž splňující výše popsaná kritéria pro přijetí. Hlavní podmínkou je lymfedém dolních končetin. Studie není zaměřena na vulnerabilní skupiny jako jsou například těhotné ženy a děti.

Střet zájmů: Potvrzuji, že nejsem ve střetu zájmů, ani jakkoliv finančně zainvestována a výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Potvrzuji, že jakožto řešitel nemám pracovněprávní vztah s vynálezci přístroje ProKin 252 nebo ON Kladno. Také potvrzuji, že nemám rodinný vztah k autorům přístroje a zaměstnancům v ON Kladno. Jedná se o diplomovou práci, jejímž cílem je obohatit vědeckou sféru o nové poznatky a zároveň úspěšně obhájení práce mi umožní získat magisterský titul. Výsledky budou prezentovány v diplomové práci, případně ve vědeckém časopise.

Ochrana osobních dat: Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: věk, pohlaví, váha, výška, příčina vzniku lymfedému a jiná vážná onemocnění, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zahaslovaném počítači řešitele a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešeslavín

Požíování videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 23. 9. 2020

Podpis předkladatele:



Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 174/2020

dne: 3. 10. 2020

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -


podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2 Informovaný souhlas

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem *Účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na posturální stabilitu* prováděné v ON Kladno.

Projekt bude probíhat v rámci praxe měsíci říjen 2020 až prosinec roku 2020.

Projekt je realizován v rámci spolupráce UK FTVS s ON Kladno, kde se nachází proprioceptivně-stabilometrické zařízení ProKin 252.

Cílem výzkumného projektu je prokázat pozitivní účinek přístrojové lymfatické drenáže dolních končetin na posturální stabilitu osob s lymfedémem.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Bude testována Vaše posturální stabilita na zařízení ProKin 252, na kterém budete stát s otevřenými a v druhém případě zavřenými očima. Na tomto zařízení budete testováni 2x a to před přístrojovou lymfodrenáží a po její aplikaci. Dále Vám budou změřeny obvody dolních končetin před a po přístrojové lymfodrenáži.

Časová náročnost projektu: změření obvodů dolních končetin před a po přístrojové lymfodrenáži (2x3 minuty), přístrojová lymfodrenáž (pacient by tuto část podstoupil i bez účasti na projektu, čas se může lišit), vyšetření přístrojem ProKin 252 před a po skončení přístrojové lymfodrenáže (2x 10 minut).

Metoda je neinvazivní a bezbolestná. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a terapie prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

U Vašeho vyšetření a terapie bude vždy přítomen fyzioterapeut. Budete předem poučeni o postupu, účincích terapie, aplikaci přístrojové lymfatické drenáže a bezpečnosti práce na proprioceptivně-stabilometrickém zařízení, kde dle mého názoru nehrozí riziko pádu při dodržení postupu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Projektu se nemohou účastnit osoby s poruchou: čítí, propriocepce, vestibulárního systému a zraku. Dále projekt není vhodný pro osoby s: centrální či periferní lézí nebo jinou poruchou nervového systému, primárním neuromuskulárním onemocněním, závažným zraněním dolních končetin nebo jejich amputací, přítomností zevního fixátoru anebo kovových implantátů na dolní končetině s akutním zejména s infekčním onemocněním či v rekonvalescenci po onemocnění a úrazu. Těhotné ženy a děti do projektu zařazeny také nebudou.

Na terapii budete docházet z domova nebo budete hospitalizováni.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude informace o kvalitě Vaší posturální stability v návaznosti na terapii přístrojovou lymfodrenáží. Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. Odměna za Vaši účast v projektu bude možnost vyzkoušet si moderní zařízení ProKin 252 a dozvědět se více o svém těle od fyzioterapeuta.

Celkové výsledky a závěry výzkumného projektu Vám v případě zájmu budou zaslány na e-mailovou adresu: Klara.Nech@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: věk, pohlaví, váha, výška, příčina vzniku lymfedému a jiná vážná onemocnění, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Pořizování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zahaslovaném počítači řešitele a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Pořizování videí/audí nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele hlavního řešitele projektu: Bc. Klára Nechvátalová

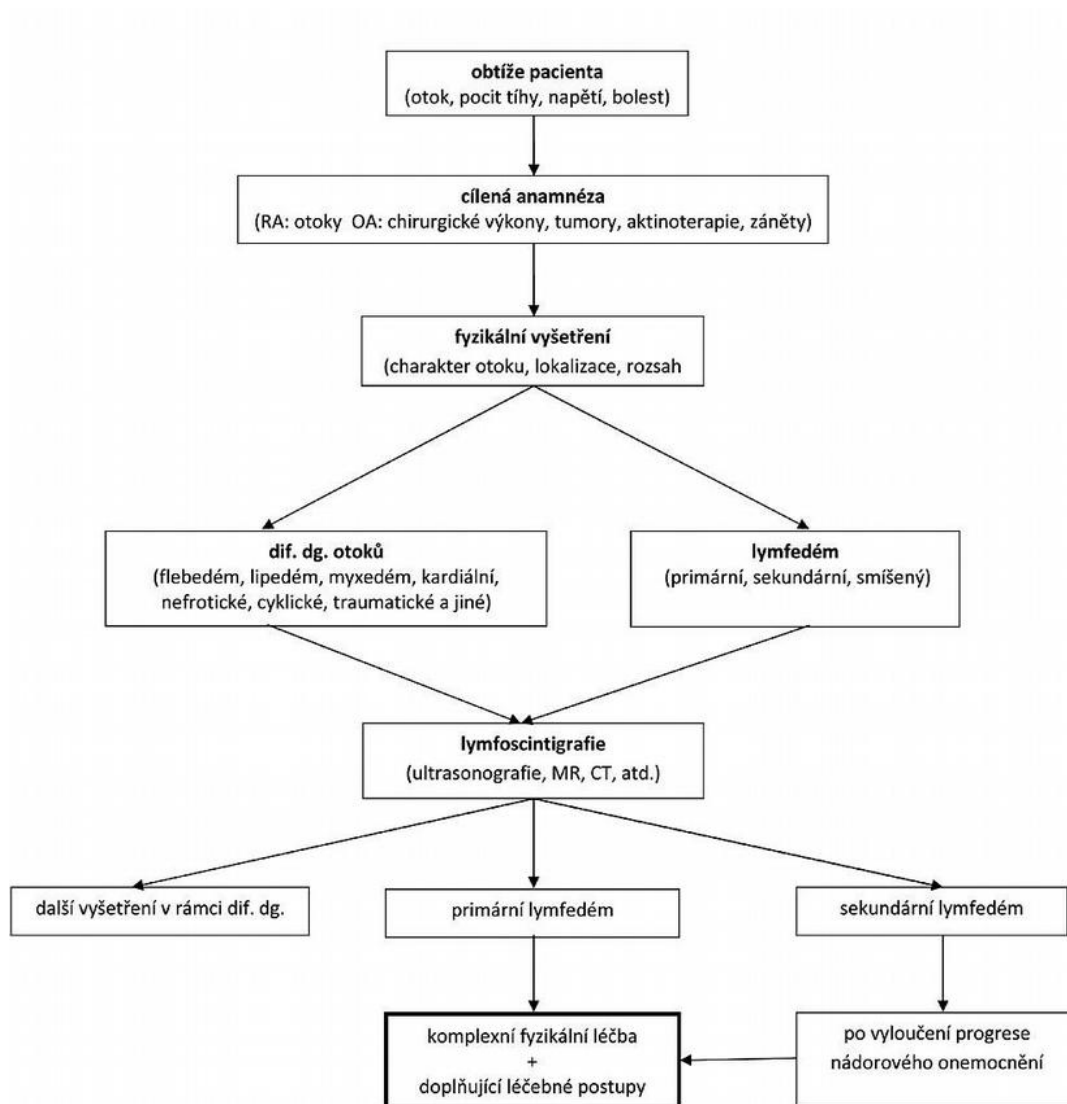
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Klára Nechvátalová Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Příloha č. 3 Diagnostický postup u lymfedému (Slavíková et al., 2010)



Příloha č. 4 Graf BMI výzkumného vzorku

