

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

## **Změna prokrvení svalu při kompresivní terapii**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.**

Vypracoval:

**Eliška Kuncová**

Praha, květen 2019

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

Tímto bych chtěla poděkovat Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. za metodické vedení a věcné připomínky při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat všem probandům, kteří se účastnili měření, bez nich by tato práce v tomto rozsahu nemohla vzniknout.

## **Abstrakt**

**Název:** Změna prokrvení svalu při kompresivní terapii

**Cíle:** Hlavním cílem této práce je zjistit změnu prokrvení svalu při kompresivní terapii a to konkrétně při flossingu. Dalším cílem je seznámení s kompresivními technikami.

**Metody:** V naší práci jsme využili anamnestického dotazníku, pro získání základních informací o probandech. Flossing byl aplikován na pravé rameno po dobu 2 minut. Měření prokrvení proběhlo na přístroji Précisé 8008 a data byla vyhodnocena pomocí popisné statistiky, testování za pomoci lineárního modelu, testu ANOVA a T-testu.

**Výsledky:** Zjistili jsme, že vývoj prokrvení m. biceps brachii během a po aplikaci je variabilní. Po aplikaci flossingu dochází ke statisticky významným změnám v prokrvení na horní končetině (kde byl aplikován flossing) a následně po aplikaci dochází ke zlepšení prokrvení svalu ( $TcpO_2$ ). Na protilehlé končetině (kde nebyl flossing aplikován) dochází také k změně v prokrvení, avšak tato změna je statisticky významná v době nejnižšího prokrvení na končetině, kde byl flossing aplikován, a 15 minut po naměření nejnižší hodnoty perfuze. Dále bylo zjištěno, že po kompresivní terapii flossing nedochází k rychlému návratu prokrvení k původní hodnotě na horní končetině, kde byl aplikován flossing, neboť průměrná doba poklesu je kratší než doba návratu prokrvení na původní hodnotu, a tento rozdíl je statisticky významný.

**Klíčová slova:** flossing, kompresivní metody, oxygenometrie, prokrvení svalu.

## **Abstract**

**Title:** A Change in Blood Flow to the Muscle during Compression Therapy

**Objectives:** The main objective of this work is to determine the change in muscle blood flow during compression therapy, specifically during flossing. Another objective is to get acquainted with compression techniques.

**Methods:** In our work, we used an anamnesty questionnaire to get basic information about probabilities. Flossing was applied to the right shoulder for two minutes. The flow measurement was carried out on Précisé 8008 and the data were evaluated using descriptive statistics, testing using a linear model, an ANOVA and T-test.

**Results:** We found that the development of blood flow to the biceps brachii muscle during and after application is variable. After application of flossing, there are statistically significant changes in blood flow to the upper limb (where flossing was applied) and subsequently, after application, there is an improvement in muscle blood flow (T<sub>cp</sub>O<sub>2</sub>). There is also a change in blood flow to the opposite limb (where flossing has not been applied), but this change is statistically significant at the time of the lowest blood flow to the limb where flossing was applied and 15 minutes after the lowest perfusion was measured. Furthermore, flossing was found not to return rapidly to baseline in the upper limb where flossing was applied, as the mean time to decline is shorter than the time to return to baseline, and this difference is statistically significant.

**Keywords:** flossing, compression methods, oxygenometry, muscle perfusion

# Obsah

<b>SLOVNÍČEK POJMŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 HISTORIE KOMPRESIVNÍCH TECHNIK .....	11
2.2 KOMPRESIVNÍ TERAPIE .....	12
2.2.1 <i>Kompresivní terapie bandáží a návleků</i> .....	13
2.2.1.1. Dělení kompresivních bandáží a návleků.....	13
2.2.1.2. Zásady aplikace kompresivních bandáží a návleků .....	17
2.2.1.3. Indikace a mechanismy účinku kompresivních bandáží a návleků .....	17
2.2.1.4. Kontraindikace kompresivních bandáží a návleků .....	18
2.2.2 <i>Manuální lymfodrenáž</i> .....	19
2.2.3 <i>Kompresivní intermitentní terapie</i> .....	20
2.2.3.1. Kompresivní intermitentní terapie - komprese rtutí .....	20
2.2.3.2. Kompresivní intermitentní terapie - střídání přetlaku a vakua.....	21
2.2.3.3. Kompresivní intermitentní terapie - komprese vzduchem.....	22
2.2.4 <i>Kompresivní terapie a sport</i> .....	23
2.3 FLOSSING .....	27
2.3.1 <i>Účinky a mechanismy působení flossingu</i> .....	27
2.3.2 <i>Kontraindikace flossingu</i> .....	29
2.3.3 <i>Aplikace flossingu</i> .....	30
2.4 TRANSKUTÁNNÍ OXYMETRIE .....	32
<b>3 CÍLE, ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY .....</b>	<b>35</b>
3.1 CÍL PRÁCE.....	35
3.2 ÚKOLY PRÁCE.....	35
3.3 VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	35
3.4 HYPOTÉZY .....	36
<b>4 METODOLOGIE.....</b>	<b>37</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	37
4.2 PRŮBĚH MĚŘENÍ.....	38
4.3 POUŽITÉ METODY A ZPRACOVÁNÍ DAT .....	39
<b>5 VÝSLEDKY .....</b>	<b>41</b>
<b>6 DISKUZE .....</b>	<b>53</b>
<b>7 OMEZENÍ STUDIE.....</b>	<b>57</b>
<b>8 ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>59</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>68</b>
<i>Seznam příloh</i> .....	68
<i>I Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS</i> .....	689
<i>II Informovaný souhlas</i> .....	70
<i>III Seznam tabulek</i> .....	71
<i>III Seznam obrázků</i> .....	71
<i>IV Seznam grafů</i> .....	71

## Slovníček pojmů a zkratek

5 SXTS	- test 5 x sed a stoj (5 Times Sit to Stand)
6MWT	- šestiminutový test chůze (6 Minute Walk Test)
ANOVA	- analýza rozptylu, (Analysis of variance - ANOVA), metoda matematické statistiky
D-dimer	- konečný produkt degradace fibrinu, slouží jako marker tromboembolických stavů
DKK	- dolní končetiny
DM	- diabetes mellitus
DOMS	- nástup bolestivosti svalů způsobené námahou (delayed-onset muscle soreness)
HKK	- horní končetiny
HRQoL	- ukazatel kvality života pacientů (Health-Related Quality of Life)
IASTM	- přístroj pro mobilizaci měkkých tkání (instrument assisted soft tissue mobilization)
IL - 6	- Interleukin 6, prozánětlivý cytokin, stoupá při poškození tkáně (př. infekce, trauma, autoimunitní procesy)
inlay	- výplň vyrobená z pěnového materiálu, která slouží k vyrovnání nerovností při bandážování
KEP	- kompresní elastické punčochy
km	- kilometr, jednotka délky
kPa	- kilopascal, jednotka tlaku
KPE	- komplexní fyzikální dekongestivní terapie
L	- levá
LHK	- levá horní končetina
m.	- musculus, sval
min	- minuta
MKP	- medicínské kompresivní punčochy
MLD	- manuální lymfodrenáž
mmHg, mm Hg	- milimetr rtuťového sloupce, též Torr
NFT	- technika neurálního flossingu



NN	- okamžik naměření nejnižšího prokrvení
P	- pravá
PHK	- pravá horní končetina
RAL GZ 378/2	- normy kompresních ponožek vypracované pro Německo
s	- sekunda
SaO <sub>2</sub>	- saturace arteriální krve kyslíkem
SMJ	- plyometrický test výskoku
SpO <sub>2</sub>	- saturace krve kyslíkem
T0	- počátek měření
T10	- čas 10 minut od naměření nejnižší hodnoty
T15	- čas 15 minut od naměření nejnižší hodnoty
T2	- čas 2 minuty od naměření nejnižší hodnoty
T5	- čas 5 minut od naměření nejnižší hodnoty
TAT	- komplex trombin-antitrombin
TcpCO <sub>2</sub>	- transkutánní tlak oxidu uhličitého
TcpO <sub>2</sub>	- transkutánní tlak kyslíku
TK	- krevní tlak
t-PA	- tkáňový aktivátor plasminogenu (tissue plasminogen activator), podílí se na přirozené fibrinolýze
VAS	- vizuální škála bolesti (visual analogue scale), 0 - 10
WBLT	- test výpadu (weight-bearing lunge test)

# 1 Úvod

V posledních letech se v ČR objevilo několik nových terapeutických technik využívaných ve fyzioterapii a sportu. Patří mezi ně i flossing.

Zatímco počátky využívání kompresí a kompresní terapie autoři datují ještě před počátek našeho letopočtu, kompresivní technika flossing se mezi ně zařadila teprve nedávno. Konkrétně v roce 2014 vydáním knihy Kellyho Starretta a Glena Cordozy *Becoming a Supple Leopard* (Kruse, 2018).

Aby nedošlo k záměně, je třeba podotknout, že pojmem flossing se v medicíně nerozumí pouze tato kompresivní metoda. Rozeznáváme flossing v oblasti zubního lékařství či techniku neurálního flossingu (Kage a Gurav, 2017; Bowen a kol., 2011).

Ve stomatologii se využívá flossing jako doplňková technika k čištění zubů zubním kartáčkem. Jedná se o čištění zubů a mezizubních prostor pomocí dentální nitě s cílem předcházení vzniku zánětu dásní a zubního kazu. Současné studie přikládají význam flossingu, především pokud se jedná o zánět dásní, jeho vliv na tvorbu zubního kazu se zatím neprokázal (Bowen a kol., 2011).

Technika neurálního flossingu (NFT) se jako nervová mobilizace používá k usnadnění pohybu nervu ve tkáni, kterou nerv prochází (Kage a Gurav, 2017).

Kompresivní technika flossing, někdy označovaná jako voodoo flossing nebo tissue flossing, využívá při terapii krátkodobé komprese měkké tkáně. Jelikož se jedná o novou metodu, nejsou její účinky a mechanismy účinku dostatečně prozkoumány (Kreutzer a kol. 2016; Driller a kol., 2017). Z toho důvodu jsem se rozhodla pro vytvoření této práce, která si dává za cíl představení kompresivních technik a prozkoumání vlivu flossingu na prokrvení m. biceps brachii po jeho aplikaci na oblast ramenního kloubu. Zatím nebyla provedena žádná studie, která by se věnovala měření prokrvení tkáně během a po aplikaci flossingu. Jedinou studií, která se zabývala prokrvením, je studie Bohlen a kol. (2014). Tato však zkoumala vliv čtrnáctidenní intervence na vaskularizaci tkáně v oblasti lýtka (Bohlen a kol., 2014). Z toho důvodu se domnívám, že má práce přinese cenné poznatky v oblasti této nové terapeutické metody.

## 2 Teoretická východiska

### 2.1 Historie kompresivních technik

Kompresivní terapie se začala využívat již v dobách staré egyptské civilizace (Navrátilová, 2008). V dřívějších dobách se bandáže využívaly především při zranění, při kterém měly za úkol zlepšit hojení a zamezit dalšímu poškození zraněných tkání (Kruse, 2018). O kompresní léčbě se můžeme dočíst již ve Starém zákoně. Také staří Římané využívali jejích příznivých účinků pro odstranění pocitu těžkých nohou po dlouhém stání (Navrátilová, 2012). V antice se setkáváme s obvazováním částí těla sportovci a gladiátory při soutěžních kláních. K těmto účelům se využívalo především textilních a kožených materiálů (Kruse, 2018).

Na začátku 20. století se objevují první zmínky o vakuově-kompresní terapii. Tehdy se k léčbě cévních obtíží začalo využívat změn tlaku v čase, ale teprve roku 1932 byl sestaven první přístroj, který to prováděl automaticky (Hrubá a spol., 2011).

V 60. letech 20. století Japonec Yoshiaki Sato do tréninku zařadil cvičení s obvázanými končetinami, díky čemuž dosáhl lepších výsledků i za použití lehčích závaží. To způsobilo velkou oblibu tohoto způsobu cvičení v 70. letech u silových sportů. Na konci 90. let 20. století se ve sportu kompresivní terapie objevuje coby relaxační a výkon zvyšující technika. Pro tyto účely slouží různé kompresní oděvy (Kruse, 2018). Poprvé se kompresní oděv při sportovní soutěži objevil na Mistrovství světa ve fotbale 1998, při kterém francouzští fotbalisté používali kompresivní punčochy (Raguzzoni, 2015). Následně byly nejrůznější kompresní oděvy využívány i v dalších sportech, především s cílem zlepšení regenerace a výkonu. Užití kompresního oděvu je ve většině sportů na rozhodnutí sportovce, trenéra či realizačního týmu. Výjimku tvoří plavání, kdy je použití kompresních oděvů při závodech zakázáno. Jejich nošení je povoleno pouze při trénincích a v rámci regenerace sportovce. Toto opatření bylo zavedeno po zaplávání světového rekordu na 200 a 400 m volným stylem za přispění kompresního oděvu Paulem Biedermanem v roce 2009 (Raguzzoni, 2015; Kruse, 2018).

## 2.2 Kompresivní terapie

Kompresní terapie, jak již název napovídá, využívá komprese měkkých tkání k terapeutickému účelu. Dochází při ní ke kompresi cév a lymfatických cest, a to buď působením zevního tlaku na tkáň, nebo díky práci kosterního svalstva proti kompresivnímu materiálu. Případně kombinací obou mechanismů (Földi a kol., 2014).

V medicíně našly principy kompresivní terapie uplatnění zejména v léčbě chronické žilní nedostatečnosti nebo lymfedému (Navrátilová, 2008).

Rovněž rekreační i profesionální sportovci si navyklí využívat různé kompresivní obleky, ponožky a návleky.

Mezi kompresivní techniky v širším slova smyslu můžeme v současné době zařadit:

1. kompresivní terapie bandáží a návleky
2. manuální či přístrojovou lymfodrenáž
3. kompresivní intermitentní terapii
4. kompresivní ponožky, návleky a oblečení využívané ve sportu
5. flossing.

V následujících pasážích bude podaná stručná charakteristika každého z uvedených přístupů.

## 2.2.1 Kompresivní terapie bandáží a návleky

Léčba bandáží a návleky je hojně využívaná při léčbě venózní nedostatečnosti a v lymfologii. Úspěchy této metody při zmíněných indikacích potvrzuje i metaanalýza, kterou provedli Rabe a kol. (2017). Eliška (2018) uvádí, že kompresní terapie by měla být nedílnou součástí léčby pacientů v lymfologii. Je totiž součástí komplexní fyzikální dekongestivní terapie, která se skládá z ošetření kůže, manuální lymfatické drenáže (MLD), kompresní terapie a cvičení.

### 2.2.1.1. Dělení kompresivních bandáží a návleků

Rozlišujeme čtyři druhy bandáží, a to neelastické bandáže (např. zinkokliňová bandáž), krátkotažné, středně a dlouhotažné bandáže (Eliška, 2018).

V případě kompresivní terapie návleky se používají návleky vyrobené plochým nebo kruhovým pletením. V současnosti se však často tyto dva typy pletení kombinují tak, aby bylo dosaženo požadovaných vlastností kompresivního návleku (Eliška a kol., 2018).

Kompresivní návleky vytvořené plochým pletením se využívají především v lymfologii. Vlákná příze jsou při této technice pletení k sobě těsně navinutá, a díky tomu působí na tkáň větší silou, tzn. bandáže mají vysoký pracovní tlak a zároveň jsou tyto materiály málo elastické, tzv. krátkotažné. Tažnost materiálu se většinou pohybuje kolem 200 %. Jelikož materiál není příliš pružný, nekopíruje tolik nerovnosti tkáně, a proto tolik nehrozí zaškrcení tkáně pod kompresí. Pro zajištění optimálního tlaku návleku na tkáň jsou většinou tyto návleky vyráběny přímo na míru pacientovi a v případě velkých nerovností jsou tato místa podkládána výplněmi (tzv. inleye), které zajistí „vyrovnání tvaru končetiny“ a zaručí tak přenesení tlaku na tkáň (Eliška, 2018) Z důvodu výše zmiňovaných vlastností se metoda plochého pletení využívá při výrobě KEP vyšších kompresivních tříd (Navrátilová, 2008).

Kompresivní návleky vytvořené kruhovým pletením si své uplatnění v medicíně našly především ve flebologii, a to ve formě kompresivních punčoch v rámci terapie venózních otoků. Tento typ pletení umožňuje vysokou tažnost materiálů, která se pohybuje kolem 800 %, to znamená, že návleky jsou tzv. dlouhotažné. Elasticita těchto návleků zajišťuje větší univerzálnost oproti návlekům zhotoveným plochým

pletením. Tyto návleky jsou tenčí, vzdušnější, nemají šev, jsou poddajnější a estetičtější než kompresivní návleky vyrobené plochým pletením a díky svým vlastnostem jsou pacienty lépe přijímány než výše zmiňované návleky krátkotažné (Eliška, 2018).

Návleky se vyrábějí podle potřeby v různých modifikacích a v různých délkách. Pro DKK se vyrábějí návleky podkolenní, polostehenní, stehenní, stehenní s uchycením v pase, punčochové kalhoty, punčochové kalhoty na 1 DK či prstový návlek na nohu. Jednotlivé návleky se vyrábějí buď ve variantě se zavřenou, nebo s otevřenou špicí. Varianta se zavřenou špicí se většinou využívá v případě otoku, varianta s otevřenou špicí pak pro léčbu žilních onemocnění. Pro HKK jsou to rukavice normální nebo pružné, jednoduchý návlek na HK, návlek na končetinu s rukavicí bez prstů, na končetinu s rukavicí s prsty, návlek na končetinu s ramenním úchytem, na končetinu s rukavicí s prsty a ramenním úchytem, na končetinu s rukavicí bez prstů a ramenním úchytem a také návlek na končetinu a hrudník. Dále se využívají návleky na hlavu a žakety (Navrátilová a kol., 2012; Navrátilová, 2008).

Podle tlaku působícího na tkáň se bandáže i návleky dělí do kompresivních tříd. V ČR se využívají kompresivní třídy vypracované pro Německo RAL GZ 378/2 (Navrátilová a kol., 2012), a to následovně:

I. kompresní třída = 18 - 21 mmHg

II. kompresní třída = 23 - 32 mmHg,

III. kompresní třída = 34 - 46 mmHg,

IV. kompresní třída > 49 mmHg (Földi a kol., 2014).

Tlak produkovaný návleky nebo bandážemi při kompresivní terapii by měl být postupně graduovaný, tzn. největší tlak je na periferii a proximálním směrem klesá (Eliška, 2018; Eliška a kol., 2018).

Pro správný efekt kompresivní terapie je důležitá nejen správná volba kompresivního návleku či bandáže dle rozsahu onemocnění, ale také volba správné kompresivní třídy (tlaku), tuhosti, hysteréze a pružnosti obvazu/návleku. Tlaky generované krátkotažnými kompresivními bandážemi či návleky, které se využívají pro léčbu lymfedému, jsou vyšší, než pokud jsou tyto pomůcky využívány k léčbě venózních obtíží (Eliška a kol., 2018). Při volbě kompresivní třídy návleků platí přímá úměra: u vyšších stupňů lymfedému se využívá vyšší kompresivní třída návleků, a to

u dolních končetin III. a IV. u horních končetin II. a III. třída (Eliška, 2018). Pro dosažení požadovaného tlaku u těžkých forem lymfedému lze využít vícevrstevnou bandáž (Navrátilová a kol., 2012).

Standard pro ČR doporučuje pro léčbu lymfedému kontinuálně graduovaný tlak větší než 45 mmHg ve vodorovné poloze, ve vodorovné poloze při pohybu 45-60 mmHg, ve stoji 60-70 mmHg, pro chůzi 70-90 mmHg. V případě nemocných s ICHS (ischemickou chorobou srdeční) nebo u nemocných s projevy mírné neuropatie či angiopatie je doporučováno snížení tlaku komprese na 15-25 mmHg (měřeno ve vodorovné poloze u kotníků) (Navrátilová a kol., 2012).

Jak prokázal Partsch (2011), při použití nepružných obvazů či podpurných (preventivních) punčoch, by při snaze o snížení otoku neměl být aplikován tlak vyšší než cca 30 mmHg v případě HKK a 50-60 mmHg, pokud se jedná o DKK. Při aplikaci vyššího tlaku již nedochází k další redukcí otoku, nýbrž naopak, lymfostáza (venostáza) se prohlubuje.

Pro dosažení antitrombotického efektu Földi a kol. (2014) doporučuje aplikovat velmi lehký kompresivní tlak do 17 mmHg na oblast zápatí, což je méně, než je tlak produkovaný léčebnými návleky dle RAL GZ 378/2 v I. kompresní třídě. Uvedené potvrzuje také metaanalýza Rabe a kol. (2017), která udává, že i MKP (medicíské kompresní punčochy) s tlakem 10-20 mmHg dokáží snížit otok a zmírnit příznaky žilního onemocnění. Použitím nižších tlaků dosahujeme sice menšího terapeutického efektu, výhodou je však možnost jejich uplatnění i v případech, kdy je použití standardních tlaků kontraindikováno. Příkladem může být léčba edémů DKK při diabetu mellitu tlakem 18-25 mmHg (Wu a kol., 2017).

Při léčbě lehké a střední formy posttrombotického syndromu se doporučuje využít MKP s tlakem 23-32 mmHg. V případě těžké formy posttrombotického syndromu je adekvátní tlakem MKP 34-46 mmHg. V obou případech se doporučuje pomůcka o vysokém indexu tuhosti. Tato přispívá k udržení optimálního tlaku kompresní pomůcky i při chůzi. Výjimkou jsou případy, kdy vlivem vyšší tuhosti pomůcky dochází k ischemii tkáně, pacient není schopen obléci si ponožku s vyšší tuhostí nebo pokud se pacient léčí s těžkou formou PTS doprovázenou obstrukcí. Za těchto okolností se použití MKP s vysokou tuhostí nedoporučuje. V případě lehčího

postižení lze rovněž využít MKP s nižším tlakem a dynamickou tuhostí (Van der Wegen - Franken a kol., 2009).

Tlak pod kompresní bandáží ani pod kompresní punčochou není stacionární. Během dne klesá, neboť dochází k uvolňování jednotlivých obtočení a vnitřního pnutí materiálu. Efektivní působení trvá 2-4 hodiny. Po osmi hodinách dochází ke snížení tlaku o 20 % a více. Dynamické pnutí zůstává ještě zachováno (Van der Wegen - Franken, 2009). Po dvou dnech ztrácí bandáž 65 % a punčocha 21 % kompresního tlaku (Partsch a kol. 2011 in Eliška, 2018). Z toho důvodu je nutné při výběru návleku zohlednit i složení a vzor materiálu, ze kterého je návlek vyroben. U bavlněných vláken a při použití viskózních vzorů dochází vlivem struktury vlákna k většímu a rychlejšímu poklesu tlaku, než je tomu v případě vláken umělých. Dobrých výsledků dosahují také kaučuková vlákna, která déle zachovávají kompresní tlak obvazu. Menší relaxace obvazu lze dále dosáhnout zvýšením hustoty vláken obvazu (Kumar at al., 2014).

Ke stanovení tlaku působeného kompresivní bandáží či punčochou lze využít různých přístrojů či výpočtů. Avšak Schuren (2014), porovnávající různé metody, které jsou ke stanovení kompresního tlaku in vitro užívány v současnosti, konstatuje jejich nedostatečnost a nutnost dalšího rozvoje.

Při léčbě lymfedému s fibrotizací podkoží lze vytvořit vícevrstevnou kompresivní bandáž za použití bavlněného tubulárního obvazu, gázových nebo krátkotažných obinadel na prsty, polstrovacího materiálu, inlayí nebo mobilizační bandáže a kompresivních krátkotažných obinadel (Navrátilová a kol., 2012). Při stanovení tlaku vícevrstevné bandáže je třeba zohlednit fakt, že druhá vrstva působí pouze tlakem odpovídajícím 50-60 % původní hodnoty (Ruckley a kol., 2003).

V současné době se testují nové techniky kompresních bandáží. Jednou z nich je filmcompression, technika pro léčbu povrchových varixů, která využívá bandáže s filmem (pryskyřičným lepidlem) k zvýšení adheze mezi kůží a bandáží. Během aplikace této terapie bylo dosaženo výrazné redukce příznaků zánětu a skvrn na kůži. Postižené žíly se více noří do hlubších vrstev tkáně vlivem zvýšení jejich elasticity, kterého je dosaženo přímým kontaktem bandáže s kůží. Bohužel tento efekt působí pouze na žíly povrchové. Jedná-li se o dobu aplikace této bandáže, vzorek pacientů, kterým byla bandáž aplikována po dobu 28 dnů, vykazoval výraznější zlepšení



stavu než kontrolní skupina užívající tuto pomůcku 14 dní. Současné nošení této bandáže a kompresní punčochy vnímají pacienti komfortněji než užívání kompresní punčochy samotné (Ragg, 2017).

#### 2.2.1.2. Zásady aplikace kompresivních bandáží a návleků

Léčba lymfedému spočívá v celodenní aplikaci kompresivních návleků či bandáží na postižené místo. Přičemž k užívání kompresivních návleků by se mělo přistupovat teprve po redukci a stabilizaci otoku pomocí bandáží (Eliška, 2018).

Správně aplikovaná bandáž či návlek nekončí v místě otoku či varikozity, nýbrž postižené místo dostatečně přesahuje. Špatně ukončená bandáž může způsobit progresi varixů, otok tkáně nad místem ukončení komprese či strangulaci žíly s rizikem rozvoje tromboflebitidy. Bandáž či návlek by měly působit adekvátním tlakem v závislosti na požadovaném účinku. Jejich vlivem by však nemělo docházet k omezení pohybu, poškození tkáně či měnám smyslového vnímání (Eliška, 2018). Při volbě KEP je nutné vzít do úvahy i materiál pomůcky. Tento by měl mít dostatečnou prodyšnost, nízký senzibilizační a iritabilní potenciál. Předjdeme tak rozvoji kontaktního ekzému, mykotickým a bakteriálním komplikacím (Eliška, 2018; Navrátilová a kol., 2012).

Při kompresivní terapii s využitím návleků i bandáží je důležitá také dobrá compliance pacienta, neboť tento musí být schopen sám, případně s dopomocí kompresní pomůcky obléci (Eliška, 2018). Při výběru pomůcky je třeba zohlednit i osobní preference daného pacienta, a to někdy i za cenu nižší kompresivní tuhosti návleku (Van der Wegen-Franken, 2009).

#### 2.2.1.3. Indikace a mechanismy účinku kompresivních bandáží a návleků

Metaanalýza Rabe a kol. (2017) potvrdila význam MKP pro léčbu a předcházení vzniku akutní žilní trombózy a symptomatických posttrombotických stavů. Pro profylaxi akutní žilní trombózy se doporučuje využití především stehenních KMP. Přínosem mohou být zejména pacientům po mozkových příhodách či velkých chirurgických zákrocích. Uplatnění naleznou i při cestování na velké vzdálenosti. KMP lze kombinovat s antikoagulační terapií, či použít samostatně.

V případě akutní hluboké žilní trombozy je klíčové včasné zahájení léčby. Cílem je prevence posttrombotických stavů, šíření trombu a v akutní fázi také snížení bolesti a otoku. Kontraindikována jsou antikoagulantia pro riziko embolizace (Rabe, 2017). Nebyl prokázán preventivní vliv MKP na rozvoj chronické žilní insuficience. Nicméně příznivě ovlivňují některé symptomy tohoto onemocnění (př. lipodermatoskleróza, kožní změny, edém, hojení vředů). Rabe a kol. (2017) potvrdili pozitivní vliv MKP nejen na terapii lymfedému, ale také na otoky způsobené chronickou žilní insuficiencí či vzniklé v důsledku výkonu povolání (př. dlouhodobé stání). Wu a kol. (2017) prokázali účinnost MKP při léčbě otoků způsobených diabetem mellitus.

U pacientů s žilním refluxem dojde díky aplikaci komprese k zvýšení periferního žilního tlaku, zlepšení mikrocirkulace a lymfatické drenáže. To má za následek snížení otoku a zmírnění obtíží. Pacientům netrpícím žilním refluxem zlepšuje komprese mikrocirkulaci zvýšením průtoku v kapilárách. Tím se snižuje kapilární filtrace, a dochází ke zlepšení lymfatické drenáže. Komprese ovlivňuje nejvíce povrchový žilní systém, a to zmenšením průměru žil, což vede k obnovení správné funkce chlopní a následné redukcí žilního refluxu (Eliška a kol., 2018).

#### 2.2.1.4. Kontraindikace kompresivních bandáží a návleků

Rabe a kol. (2017) nedoporučují aplikovat MKP při městnavém selhání srdce z důvodu možného přetížení srdce. Popřípadě doporučuje volit MKP nízkého tlaku, a to 10-20 mmHg. V případě neléčeného srdečního selhání nebo hypertenze doporučuje Navrátilová a kol. (2012), Eliška (2018) využití modifikovaného tlaku 15-25 mmHg.

Dalším onemocněním, při kterém je aplikace MKP kontraindikována, je kritická ischemická choroba DKK se systolickým tlakem u kotníků pod 70 mmHg či po arteriálním bypassu. V tomto případě hrozí vznik ischemie kůže či její nekróza (Rabe a kol. 2017). Dalšími jsou neuropatie, křehkost kůže ve stáří, dermatitidy, akutní bakteriální infekce kůže a podkoží, alergická reakce na použitý materiál (Rabe, 2017; Navrátilová, 2012).

Eliška (2018), Navrátilová a kol. (2012) řadí do absolutních kontraindikací také okluzi periferních tepen, dekompenzovanou ischemickou chorobu srdeční. Mezi relativní kontraindikace řadí angiopatii a srdeční arytmií. Také doporučují použít

modifikovanou kompresivní terapii s tlakem 15-25 mmHg v případě akutní infekce s lokálními nebo systémovými symptomy neléčené trombózy hlubokých žil, neléčeného selhání srdce nebo hypertenze, neléčeného edému genitálu, prokázané nedostatečnosti tepen.

### **2.2.2 Manuální lymfodrenáž**

Jak již bylo výše zmíněno, je lymfodrenáž součástí dekongestivní terapie lymfedému, do které dále patří kompresní terapie a pohybové cvičení (Eliška a kol., 2018).

„Manuální lymfodrenáž je manuální technika, která zvyšuje resorpci a transport lymfy mízním řečištěm bez zvyšování přítoku krve. Obnovuje a posiluje funkci kapilární mízní pumpy a stimuluje fagocytární aktivitu tkáňových makrofágů, a tím extralymfatické odbourávání městnajících proteinů a jiných makromolekulárních látek.“ (Vojáčková in Eliška a kol., 2018, s. 59). Jejím cílem je podporovat a posilovat dosud zachovalou vstřebávací a transportní kapacitu lymfatického systému. Při aplikaci MLD se terapeut snaží respektovat směr toku lymfy a využít volně průchodných sběrných lymfatických míznic tak, aby bylo docíleno odtoku lymfy z postižené do intaktní oblasti.

MLD musí vždy začínat vyprázdnění proximálních lymfatických uzlina následná terapie probíhá od centra směrem distálně. (Eliška a kol., 2018).

Manuální lymfodrenáž je aplikována po dobu 45-60 minut, (Eliška, 2018) ale může trvat i mezi 60 - 90 minutami, záleží na stupni postižení (Eliška a kol., 2018). Tlak, kterým terapeut působí na tkáň, by se měl pohybovat mezi 30-40 mmHg. Vyššího tlaku se doporučuje využít pouze v případě tužšího lymfedému a neměl by přesáhnout 50 mmHg. Zároveň by nemělo docházet k provádění manuální lymfodrenáže tlakem nižším než 25 mmHg, jelikož tento tlak je nedostatečný k přemístění tekutiny a proteinů z intersticia do lymfatických cév. Naopak při provádění MLD vysokým tlakem (100 mmHg) může dojít k fokálnímu poškození endotelové výstelky (ztenčení endotelu, porušení celistvosti endotelové výstelky či destrukcí a odplavováním buněk endotelu), což se manifestuje progresí lymfedému. Správně prováděná MLD předcházející těmto komplikacím nesmí být bolestivá, vést

k hyperemii a terapeut by neměl terapii provádět na jednom místě dlouhodobě (Eliška, 2018; Eliška a kol., 2018). Adekvátně prováděná terapie je pacienty většinou dobře přijímána (Müller a kol., 2018).

Po aplikaci MLD při lymfatickém onemocnění by měla následovat přístrojová intermitentní presoterapie aplikovaná na 45-60 minut. Po těchto dvou procedurách by měla následovat dlouhodobá komprese kompresivními bandážemi nebo návleky (Eliška, 2018).

Indikací MLD je otok nejrůznější etiologie, nejčastěji se však jedná o lymfedém. K MLD jsou kontraindikovány otoky kardiální a renální etiologie (Eliška a kol., 2018). Metaanalýza Müller a kol. (2018) využívání MLD v léčbě lymfedému doporučuje. Toto zdůvodňují snížením otoku vlivem MLD. Kvalita života pacientů podstupujících MLD nebyla prokazatelně snížena (hodnoceno pomocí HRQoL (Health-Related Quality of Life)). Studie Devoogdt a kol. (2018) nepotvrdila vliv preventivní MLD na rozvoj lymfedému po ablaci mammy v důsledku karcinomu prsu. Tambour a kol. (2018) neprokázal vliv MLD na vývoj lymfedému u těchto pacientů, pokud absolvují ostatní složky dekongestivní terapie.

Příznivý vliv MLD na edému a bolest pacientů po totální endoprotéze kolenního kloubu prokázal Deniz a kol. (2018). V tomto ohledu shledává studie MLD srovnatelnou s aplikací kinesiotapu.

### **2.2.3 Kompresivní intermitentní terapie**

Tato terapie je v případě léčby lymfedému často označovaná jako intermitentní pneumatická přístrojová presoterapie (Eliška, 2018).

Pro kompresivní intermitentní terapii se využívají přístroje, které fungují na principu stlačení končetiny rtutí, střídání přetlaku a vakua či komprese vzduchem (Eliška, 2018).

#### **2.2.3.1. Kompresivní intermitentní terapie - komprese rtutí**

Kompresie rtutí se v současné době nepoužívá z důvodu vysokého tlaku, který na tkáň během aplikace působil (Eliška, 2018).

### 2.2.3.2. Kompresivní intermitentní terapie - střídání přetlaku a vakua

S přístroji na podkladě střídání přetlaku s podtlakem se často setkáme pod označením vakuum-kompresivní terapie. Při této metodě se ve skleněném válci, ve kterém se končetina nachází, střídá fáze přetlaku (1-14 kPa) s podtlakem (-1 a -15 kPa) (Eliška, 2018).

Ve fázi podtlaku končetina uvnitř válce zvětšuje svůj objem a nasává arteriální krev. Naopak ve fázi přetlaku dochází k zmenšení objemu končetiny a stimulaci centripetálního toku žilní krve a lymfy. Toto střídání podtlaku a přetlaku působí trofotropně a antiedematózně. V případě ischemických stavů podporuje výměnu plynů a iontů na kapilární stěně a rozvoj kolaterálního řečiště v kůži, svalech a vasa nervorum (Poděbradský a Poděbradská, 2009). Předpokládá se, že dojde k zvýšení dodávky arteriální krve s utilizovatelným kyslíkem, při aplikaci na dolní končetinu až o 100 ml/min, tím by se mohla zvýšit nabídka a spotřeba kyslíku v ošetřované končetině o 50 %. Zároveň je zde značný potenciál v možnosti počítačové optimalizace parametrů léčby (počítačově řízené periferní bipolární baroterapii), při které by mohlo dojít ještě k většímu prokrvení končetiny (Ticháček a kol., 2013).

Průcha a kol. (2014) stanovil přírůstek průtoku arteriální krve na 150 ml/min pro dolní a 60 ml/min pro horní končetinu. Také podotkl, že ještě větší přínos by mohlo přinést zařazení relaxační fáze za použití nízkých hodnot přetlaku a podtlaku. To by však mělo být předmětem dalšího zkoumání.

Vakuum-kompresivní terapie se využívá k léčbě poruch arteriálního prokrvení funkčního i strukturálního charakteru a to včetně trofických změn (vředy), u polyneuropatií při mikroangiopatii, poruch žilní a lymfatické drenáže končetin, chronických posttraumatických stavů spojených s otokem nebo při algodystrofickém syndromu, také se tato terapie využívá k léčbě Raynaudova fenoménu (Poděbradský a Poděbradská, 2009; Hrubá, 2011). Výsledky při léčbě lymfedému nejsou nijak velké a jejich přínos je především v zlepšení prokrvení končetiny (Eliška, 2018). Naopak dobrých výsledků je dosahováno u pacientů s Raynaudovým fenoménem způsobeným vibrací, kde dochází ke snížení obtíží na 6 měsíců až 1 rok, při střídání přetlaku (4-5 kPa) a podtlaku (8-10 kPa) po 5 minutách po dobu 30 minut na jednu končetinu (Hrubá a kol., 2011). Pozitivní efekt vakuum-kompresivní terapie prokázal také Akbari a kol. (2007) při léčbě diabetických vředů na DKK. Po 10 sezeních bylo dosaženo

lepších výsledků (zmenšení plochy vředu), než u kontrolní skupiny, která absolvovala konvenční terapii (Abkari a kol., 2007).

#### 2.2.3.3. Kompresivní intermitentní terapie - komprese vzduchem

Přístroje využívající kompresi vzduchem jsou v současné době často využívané při léčbě lymfedému v podobě přístrojové lymfodrenáže (Eliška a kol., 2018).

V ČR se vyrábějí dva přístroje a to: Lymfoven a Pneuven. Jednokomorový systém lze využít pro kompresi končetiny s cílem předcházení žilní trombóze. K léčbě lymfedému se dnes se využívá návleků s vícekomorovým systémem. Ten využívá stlačení končetiny postupně tlakovou vlnou směrem centripetálním a zároveň se snaží napodobit směr pohybu ruky při manuální lymfodrenáži, a tím posouvat lymfu požadovaným směrem. Návleky obsahují 3-16 komor a doba plnění jedné komory je od 5 do 20 sekund. Nejčastějšími návleky jsou návleky na horní a dolní končetinu, ale využívají se i hlavové kompresní masky a návleky ve formě krátkých kalhot, které se využívají na léčbu otoku genitálií (Eliška, 2018; Eliška a kol., 2018).

Kompresie během intermitentní kompresivní terapie by neměla být vyšší než 30-40 mmHg, neboť při použití tlaků nad 80-100 mmHg může dojít k poškození lymfatických cév a zároveň jsou vysoké tlaky hůře pacienti snášeny. V případě aterosklerózy a diabetu by kompresní tlak neměl překročit 30 mmHg, tím by se mělo předejít vzniku lokální ischemie z důvodu komprese malých tepének. Doba plnění jednotlivých komor by měla být také snížena na dobu kolem 3-7 sekund (Eliška a kol., 2018).

Mezi indikace léčby intermitentní přístrojové kompresní terapie řadíme: lymfedémy, chronické edémy žilního původu, ulcus cruris venosum, lipedém, edémy při artritidách, sclerosis multiplex, edémy po mrtvicích, postraumatické a pooperační edémy, profylaxe trombóz před a po operacích a u paraplegiků. Také mohou být využity z kosmetických důvodů, a to např. při celulitidě, nebo je lze využít také ve sportu, a to jak před sportovním zápasem, tak i následně při regeneraci nebo v období rekonvalescence. Své zastoupení má i u léčby pocitu těžkých nohou u dlouho stojících lidí. Naopak tato metoda by se neměla indikovat při otocích ledvinného, srdečního a jaterního původu. Mezi další kontraindikace se řadí onemocnění kůže a podkoží, zánět

a trombóza žil v akutním stádiu (Eliška a kol., 2018). Poděbradský a Poděbradská (2009) dále řadí mezi kontraindikace otevřené rány a poranění kůže, nádory, mykózy a obecné kontraindikace fyzikální léčby, jimiž jsou horečnaté stavy, kachexie, pacienti s implantovaným kardiostimulátorem, hemoragické diatézy, kovové předměty pod místem aplikace.

Také Sutkowska a kol. (2017) podporuje využití IPC jako primární i doplňkovou léčbu v případě chronické žilní nedostatečnosti, lymfedému nebo při léčbě ischemické končetiny. Podporuje možnost zvážit využití IPC také při akutních poraněních končetin. Velký přínos této metody shledává v jednoduché aplikaci a v možnosti opakované aplikace při minimu vedlejších účinků, což může být pro pacienta přínosem při léčbě chronických obtíží.

Manfredini a kol. (2014) porovnávali použití komprese na stehno s pomalým gradientem změny tlaku od minus 20 mmHg po 120 mmHg s přerušovanou intermitentní kompresí 3 x 3s/min s tlakem 120 mmHg. Výsledky ukazují, že komprese na oblast stehna vedla k lepší perfuzi chodidla u pacientů s periferní arteriální chorobou, bylo shledáno zvýšení hemoglobinu. U komprese na lýtku tento jev pozorován (detekován) nebyl, naopak došlo k snížení oxygenace a průtoku krve v chodidle u pacientů s periferní arteriální chorobou. Další výhodou aplikace na oblast stehna je lepší tolerance terapie pacientem, možnost využití této aplikace i v případě vředů na distální části končetiny nebo v případě nižších amputací.

Přerušovaná intermitentní komprese s aplikací tlaku 3 x 3 s/min s tlakem 120 mmHg nemá dlouhodobý efekt na kritickou ischemii končetin. Během doby aplikace došlo k zvýšení průtoku krve v končetině, zvýšilo se prokrvení kůže, došlo ke snížení žilního tlaku a zvýšení arteriovenózního tlakového gradientu, ale všechny tyto změny měly pouze přechodný efekt (Labropoulos a kol., 2005).

#### **2.2.4 Kompresivní terapie a sport**

Značná část studií zabývajících se vlivem kompresivních oděvů na sportovní výkon je zaměřena na využití kompresivních pomůcek při běhu či po něm. Engel a kol. (2016) porovnal výsledky 32 studií, které byly zveřejněny do září 2015, a hodnotil vliv kompresivních ponožek na běžecký výkon. Ve zkoumaných studiích byl prokázán pouze

minimální vliv kompresních ponožek a návleků na výsledný čas při běhu od 400 metrů po maraton. Nepotvrdil se ani jejich pozitivní vliv na maximální a submaximální absorpci kyslíku, koncentraci laktátu, srdeční parametry, kinetiku krevních plynů a vnímání síly. Kompresivním pomůckám lze přisoudit mírný pozitivní účinek na ekonomiku běhu, vyčerpání, množství laktátu, známky zánětu, vnímání námahy, maximální izometrickou kontrakci a maximální svalovou sílu nohy. Výše uvedené dokládá mírné zvýšení výdrže při použití těchto pomůcek. Běžec také těží z menšího poškození a bolestivosti svalů, což přispívá k rychlejší regeneraci.

Beliard a kol. (2015) posuzovala 24 studií zabývajících se vlivem kompresních ponožek na výkon a regeneraci. Došli k závěru, že bez ohledu na druh pohybové aktivity, umístění či tlaku kompresního oděvu nemá jeho nošení v průběhu pohybové aktivity vliv na výkon či DOMS (opožděný nástup bolesti svalů). Potvrdil se však pozitivní vliv užívání těchto pomůcek na DOMS v rámci regenerace. To potvrzuje i Araujo (2018), který porovnával 9 studií zabývajících se vlivem kompresivních punčoch na regeneraci. Udává, že odstupňovaná komprese zlepšuje zotavení a snižuje DOMS (nástupu bolestivosti svalů). Přičemž kompresní punčochy byly používány 12-72 hodin po výkonu.

Pozitivní vliv kompresních ponožek byl zaznamenán ve studii Brophy-Williams (2017), která sledovala jejich vliv na běh na 2 x 5 km u trénovaných sportovců. Běžci užívající kompresních pomůcek během regenerace dosahovali následně lepších výsledků. Ukazuje se i nesporný vliv psychiky na fyzický výkon. Sportovci, kteří věřili ve schopnosti ponožek ovlivnit regeneraci, dosáhli lepších výsledků. Dále byla všemi probandy vybavenými kompresními ponožkami udávána nižší bolestivost svalů. Také poklesla tvorba edémů distálních částí DKK. Naopak nebyl prokázán vliv komprese na vnímání únavy (Brophy-Williams, 2017).

Mizuno a kol. (2017) doporučuje nosit kompresivní návleky s tlakem 15 mmHg během dlouhodobé aktivity střední intenzity. Využití vyššího kompresního tlaku (30 mmHg) nedoporučuje, neboť ten může mít negativní vliv na výkon. Během 120 minutové jízdy na kole a následujících 60 minut došlo u sportovců vybavených kompresivními návleky k poklesu tepové frekvence a IL-6 (ukazatel zánětu). Možný vliv kompresních oděvů na tepovou frekvenci udává i Nguen a kol. (2019), který zkoumal vliv celotělového kompresního oděvu na srdeční aktivitu při běhu a po něm. Při použití



celotělové komprese byl zaznamenán signifikantně nižší puls 80 minut po pohybové aktivitě.

Zaleski a kol. (2015) zkoumali vliv kompresních ponožek na hemostatickou rovnováhu. Osoby jimi vybavené vykazovaly nižší hodnoty t-PA a TAT. V důsledku nižší aktivace koagulačních faktorů může být nošení kompresních ponožek prospěšné pro osoby ohrožené hlubokou žilní trombózou během pohybové aktivity. V tomto případě byl aplikován tlak 19-25 mmHg u kotníku. Hemostatickými ukazateli se zabývá také Zadow a kol. (2018). Probandů, kteří nebyli během maratonu vybaveni kompresními ponožkami, vykazují zvýšení plazmatické koncentrace D- dimerů, a tedy vyšší potenciál rozvoje trombu.

Buche a kol. (2018) porovnával výsledky účastníků závodů Ultra-RUN du Mont Blanc. Kompresivní ponožky a návleky použilo 52,9 % doběhnuvších závodníků. Účastníci, kteří závod nedokončili, byli kompresními pomůckami vybaveni ve 46,2 % případů. V tomto případě se však nejedná o obraz účinnosti kompresních pomůcek, ale spíše o preference jednotlivých závodníků v jejich užívání. Počet nositelů ponožek se od posledního k 400. místu lineárně zvyšoval. Od této pozice k nejlépe umístěným však naopak klesal.

Studie Hasan a kol. (2017) zkoumala vliv kompresních ponožek na realizaci kopu do fotbalového míče o maximální síle. Tato studie zjistila, že nošení kompresních ponožek společně s jejich vyztužením v oblasti nártu, zevního a vnitřního kotníku vede k lepšímu provedení kopu méně kvalifikovanými jedinci. Jedním z vysvětlení může být zlepšení senzomotorické zpětné vazby. Jak udává Jaakkola a kol. (2017), mohou kompresivní ponožky ovlivňovat také efekt tréninku posturální kontroly či rovnováhu a pohyblivost fyzicky aktivního jedince, pokud je jejich nošení v kombinaci se cvičením.

Použití kompresních ponožek má pozitivní vliv např. u ragbistů na vozíku. Při jejich aplikaci dojde k zvýšení průtoku krve v horních končetinách. Díky tomu mohou být účinným zásahem pro udržování submaximálního výkonu během cvičení, neboť dojde k distribuci krve do pracujících svalů (Vaile a kol., 2015).

Nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl ve výkonnosti jedinců s Parkinsonovou chorobou, pokud na sobě měli kompresivní podkolenní návleky či nikoliv. K hodnocení

byl použit šestiminutový test chůze (6MWT), byla sledována rychlost chůze a 5 SXTS test (5 x sed a stoj) (Southard a kol., 2016).

Zatímco ponožky pro léčebné účely musejí splňovat stanovená kritéria, v případě sportovních ponožek tomu tak není. Studie Reich-Schupke a kol. (2016) porovnávala nejvyšší řady ponožek pěti výrobců. Dva výrobky vykazovaly tlak pro 2. třídu medicínských ponožek hodnoceno (dle norem pro Německo), a jeden pár spadl do 1. třídy ex vivo. Tlak všech testovaných produktů in vivo nedosahoval léčebné úrovně. Nebyla splněna ani podmínka klesajícího tlakového gradientu.

## 2.3 Flossing

Jedná se o poměrně novou kompresivní techniku, která využívá elastické pryžové pásky ke komprimaci tkáně, což způsobí omezení průtoku krve a lymfy (Ahlhorn a kol., 2018). Za zakladatele flossingu je považován Kelly Starret, který ho představil v této podobě světu ve své knize *Becoming a Supple Leopard* v roce 2014. S principy této metody se však setkáváme již mnohem dříve. Již v antice se setkáváme s obvazováním částí těla sportovci a gladiátory při soutěži, avšak tehdy bylo využíváno především textilních a kožených materiálů. Za dalšího předchůdce flossingu můžeme považovat Japonce Yoshiaki Sato, který v 60. letech 20. století do tréninku síly zařadil cvičení s obvázáním končetin. Daný sportovec tak mohl trénovat s lehčím závažím a následně dosahovat lepších výsledků (Kruse, 2018; Ahlhorn a kol., 2018).

### 2.3.1 Účinky a mechanismy působení flossingu

V odborné literatuře se v současné době můžeme dočíst pouze o předpokládaných účincích a mechanismech působení flossingu. Žádné studie objasňující konkrétní principy fungování flossingu v tuto chvíli nejsou k dispozici.

V literatuře jsou zmiňovány tři principy, kterými flossing působí. Jedná se o tzv. efekt houby, podkožní iritaci a kinetic resolve. Efekt houby spočívá ve výrazném omezení krevního toku působením tlaku s cílem vytlačení krve a mízy mimo ošetřovanou oblast. Po ukončení aplikace je předpokládán rychlý návrat krve do tkáně. Princip podkožní iritace využívá vrátkové teorie. Tato funguje na principu tlumení bolesti zvýšením aference jiné, v tomto případě tlakových podnětů z dané oblasti. Kinetic resolve pracuje na bázi vzájemného uvolnění kůže podkoží, fascií, svalů a šlach vůči sobě (Ahlhorn a kol., 2018).

Většina studií se dosud zabírala především změnou rozsahu pohybu po aplikaci flossingu (Hodeaux, 2017; Carlson a kol., 2019; Plocker a kol., 2015).

Studie Carlson a kol. (2019) porovnávala rozsah pohybu v kotníku u 16 probandů. Tito probandi byli rozděleni do tří skupin, přičemž jedna skupina protahovala DKK ke zvýšení rozsahu pohybu v hleznu dle instrukcí, druhá skupina protahovala DKK a ještě k tomu bylo prováděno ošetření pomocí IASTM (přístroj pro mobilizaci měkkých tkání). Třetí skupina měla protahování doplněno o flossing s pohybem do

dorsiflexe. Pohybová intervence byla 2 x týdně po dobu 4 týdnů. Tato studie došla k závěru, že rozsah pohybu se po dobu intervence zvýšil, nicméně mezi jednotlivými skupinami nebyl tento rozdíl signifikantní. Z toho důvodu se nedá s určitostí říct, že flossing zvyšuje rozsah pohybu.

K obdobnému závěru došla i studie Plocker a kol. (2015). Plocker a kol. (2015) se zabývali vlivem flossingu na rozsah pohybu v ramenním kloubu a sílu horní končetiny. Testovaný soubor čítal 17 sportovců, kteří absolvovali dvě sezení. Nejprve byl měřen rozsah vnitřní a vnější rotace bez použití flossingu, následně pak po jeho aplikaci. Ani zde nebyl výsledný rozdíl statisticky významný. Totéž platilo pro měření síly HKK.

Otázce rozsahu pohybu po aplikaci flossingu se věnovala také Hodeaux (2017). U 12 sportovců pomocí ručního goniometru sledovala vliv flossingu na rozsah flexe, extenze, pronace a supinace v lokti. Páska byla aplikována v oblasti od předloktí do poloviny bicepsu brachii za přibližně 50% napětí s 50% překryvem. Během působení flossingu prováděli probandi flexi a extenzi v lokti v různých kombinacích se supinací a pronací. Ani v této studii však nebylo docíleno signifikantních rozdílů v rozsahu pohybu. V diskuzi k této práci se uvádí zlepšení u dvou probandů, u nichž byl rozsah pohybu vstupně deficitní. Je tedy otázkou, zdali je vůbec možné u zdravých jedinců touto metodou dosáhnout signifikantních změn (Hodeaux, 2017).

Driller a Overmayer (2017) ve své studii provedené na 52 rekreačních sportovcích sledovali vliv aplikace flossingu na rozsah pohybu hlezenního kloubu do dorzální a plantární flexe, výšku výskoku na jedné DK, rychlost výskoku a test výpadu (WBLT). Ve všech výše zmiňovaných ukazatelích došlo k malému, avšak statisticky významnému zlepšení výkonu po aplikaci flossingu na hlezenní kloub. Driller a kol. (2017) výše zmiňovanou studii následně rozšířili. Sledovanými aktivitami v tomto případě byl sprint, plyometrický test výskoku (SMJ) a test výpadu (WBLT). Studie se zúčastnilo 69 probandů, flossing byl aplikován na hlezenní kloub pod tlakem 178 +/-18 mmHg. Probandi prováděli po dobu 2 minut dorzální a plantární flexi v hlezenním kloubu. Následně byl hodnocen jejich výkon ve výše popsaných úkonech v 5., 15., 30. a 45. minutě po aplikaci. V testu WBLT bylo u skupiny využívající flossing dosaženo statisticky významného zvýšení výkonu v 15., 30. a 45. minutě. Ve sprintu a v SMJ bylo sice rovněž pozorováno zlepšení ve všech uvedených časech, toto však nedosahovalo statistické významnosti. Potvrdil se tak signifikantní vliv

flossingu při testu WBLT z předchozí studie. Mills a kol. (2019) zkoumali vliv flossingu na hlezenní kloub u 12 ragbistů. V 5. a 30. minutě sledovali změny jejich výkonů při WBLT, SMJ a sprintu. Probandi během 2 minutové aplikace flossingu prováděli aktivní plantární a dorzální flexi za působení tlaku pásky o síle 172 +/-22 mmHg. Tato studie nedošla ke stejným závěrům jako studie předchozí, nebyly zaznamenány statisticky významné změny. Byl prokázán pouze malý příznivý vliv flossingu na SMJ a sprint. Jako jedno z možných vysvětlení uvádí Mills a kol. (2019) fakt, že „u sportovců není takový prostor pro zlepšení“.

Budeme-li pátrat po studiích zabývajících se změnami perfuze při aplikaci flossingu, zjistíme, že jedinou takovou je „Effects of applying flossbands on regional blood flow“ Bohlen a kol. (2014), která byla prezentovaná na konferenci a v dostupné literatuře není k dispozici studie celá, nýbrž pouze její abstrakt. Nemáme tak dostatek dat k jejímu vyhodnocení. Jejím dalším limitem je skutečnost, že sledovala pouze 5 probandů. Těm byl flossing aplikován na jednu DK 1 x denně po dobu 14 dnů. Byl sledován arteriální průtok, reaktivní hyperemie a síla dorsální a plantární flexe. Tato studie byla uzavřena s tím, že aplikace flossingu nemá vliv na vaskularizaci tkáně.

Na snížení svalové bolesti vyvolané námahou = DOMS (delayed-onset muscle soreness) pomocí flossingu se ve své studii zaměřil Prill a kol. (2019). 15 probandů účastnících se studie provádělo tři dvouminutové série cvičení submaximální intenzitou. Mezi sledované cviky byla zahrnuta aktivní flexe, extenze v lokti, vnitřní rotace v rameni s pronací předloktí a zevní rotace v rameni se supinací předloktí. Napětí pásky během jednotlivých sérií bylo 50 %, 75 % a 50 %. 15 minut po poslední sérii byl na oblast paže na 3 minuty aplikován flossband. Tato studie hodnotila míru bolesti po cvičení pomocí visual analogue scale 100 mm (vizuální škála bolesti 100mm) 24 hodin a 48 hodin od aplikaci flossingu. U 62 % probandů došlo k statisticky významnému snížení vnímání bolesti, a to jak po 24, tak po 48 hodinách.

### **2.3.2 Kontraindikace flossingu**

V udávaných kontraindikacích se literatura neshoduje. Někdy se jedná pouze o rozdíl v zařazení do skupiny absolutních či relativních kontraindikací, v některých případech se autoři neshodnou na konkrétních kontraindikacích jako takových. Absolutní kontraindikace flossingu jsou otevřené rány, chorobné projevy

na kůži nebo kožní nemoci, zlomeniny, obstrukční cévní onemocnění (např. trombózy) a bakteriální záněty (Ahlhorn a kol., 2018), arteriální okluzivní onemocnění, akutní artritida, maligní tumorové onemocnění, dekompenzovaný diabetes mellitus, chronický lymfedém III. st., léky snižující srážlivost krve, Sudeckův syndrom, dekompenzovaná srdeční insuficience (Kruse, 2018), zranění v místě aplikace, alergie na kaučuk - alternativou je aplikace přes oděv (Kreutzer, 2016).

Mezi relativní kontraindikace se řadí osteoporóza, poškození plotének, užívání léků snižujících srážlivost krve, fibromyalgie, revmatické onemocnění, kloubní náhrada, nádorové onemocnění, těhotenství (Ahlhorn a kol., 2018), akutní kožní onemocnění a otevřené rány, horečka, hyper a hypotonie, křečové žíly, chronické zánětlivé procesy - onemocnění v akutní fázi, alergie na latex, psychické stresové trauma, dysfunkce štítné žlázy a averze proti zaškrcení (Kruse, 2018).

### **2.3.3 Aplikace flossingu**

Flossing by měl být aplikován po dobu 1-3 minut dle Ahlhorn a kol. (2018). Kreutzer (2016) udává, že by se aplikace měla přibližně po 2 minutách ukončit. Kruse (2018) stanovuje dobu aplikace na 2, maximálně 3 minuty. V případě zbělení místa, intenzivní bodavé bolesti, poruchy citlivosti, či při diskomfortu pacienta by měla být páska okamžitě sejmuta (Ahlhorn a kol., 2018).

Při aplikaci může pacient pociťovat určité negativní vjemy jako je tahání, pálení či svědění. Tyto vjemy jsou však pouze dočasné. Po aplikaci se může objevit exantém či hematomy. Tyto projevy by měly během několika dnů vymizet (Ahlhorn a kol., 2018).

Kompresivní flossingové pásy jsou vyrobeny z přírodního kaučuku nebo latexu a jsou k dostání v různé délce, šířce a tloušťce. Gumová páska pro flossing by měla být velmi pružná a měla by mít dobrou přilnavost (Ahlhorn a kol., 2018, Kruse, 2018, Krautzer, 2016).

Při aplikaci flossingové pásy bychom se měli držet následujících zásad. Základní obtočení by mělo být distálně od místa, na které chceme flossing aplikovat. Omotání by mělo být prováděno s napětím 30-60 %, přičemž napětí 60 % využijeme u velkých kloubů např. u kolene. Překrytí jednotlivých obtočení by mělo být v případě

ošetření kloubu vyšší, než jedná-li se o sval. Avšak záleží také na intenzitě tlaku pásky na tkáň a na následné míře pohybu po naložení flossingové pásky. Čím větší komprese chceme dosáhnout či čím více se bude dané místo pohybovat, tím větší musí být překrytí jednotlivých obtočení. Na závěr se konec pásky vkládá pod předchozí obtočení. Tím se zabrání uvolnění napětí během aplikace (Ahlhorn a kol., 2018).

Rozlišujeme tři techniky přiložení flossingové pásky. Technika posouvání využívá posunutí povrchových tkání již při aplikaci. Páska je přiložena na místo aplikace, a teprve následně je provedeno její natažení na požadovanou hodnotu. Tato technika je vhodná při mobilizaci a odstranění restrikcí myofasciální tkáně (Ahlhorn a kol., 2018).

Při kompresní technice nejprve dojde k natažení pásky a teprve následně k ovinutí postiženého místa. K posouvání jednotlivých vrstev vůči sobě dochází až následně při pohybu (Ahlhorn a kol., 2018).

Poslední z technik je technika Rebound, která vychází z kompresní techniky, avšak při přiložení natažené pásky na místo se uvolní tah, což způsobí, že se kůže pod páskou posouvá ve směru smrštění pásky, nadzvedává se a vytváří záhyby. Tuto techniku lze použít např. při ošetření jizev (Ahlhorn a kol., 2018).

## 2.4 Transkutánní oxymetrie

„Stanovení transkutánní tenze kyslíku ( $TcpO_2$ ) je metodou pro testování periferního kožního prokrvení na kapilární úrovni založené na měření parciálního tlaku kyslíku difundujícího přes pokožku“ (Bém a kol. 2008, s. 1). Z naměřených hodnot lze odvodit absorpční kapacitu systémů a množství rozpuštěného kyslíku ve tkáni, což nás informuje o prokrvení na kapilární úrovni (Precise 8008 Gen. 2, Bém a kol., 2008). Transkutánním monitorováním je měřen parciální tlak na povrchu pokožky, z čehož lze usuzovat na parciální tlak kyslíku v arteriálním řečišti ( $paO_2$ ). Nejedná se tedy o přímé měření  $paO_2$ , přičemž arteriální tlak kyslíku je většinou vyšší než tlak naměřený transkutánně.  $TcpO_2$  lze dobře využít k dlouhodobému neinvazivnímu monitorování tkáňové perfuze. V indikovaných případech je samozřejmě nutné volit invazivní a přesnější měření  $paO_2$  (Ruben a kol., 2012).

K získání validních výsledků je nutno pravidelně srovnávat hodnoty  $TcpO_2$  se skutečným parciálním tlakem kyslíku v arterii. Je třeba též zohlednit dechovou frekvenci, ev. případnou oxygenoterapii. Před použitím senzoru by kůže měla být očištěna od všech olejů, mýdel a odumřelých buněk. Prsteneček fixace elektrody je třeba umístit na vysoce vaskularizovanou oblast. Vyhýbáme se přitom místům se silnou vrstvou kůže či otokům. Po upevnění fixačního zařízení následuje aplikace kontaktního gelu nebo fyziologického roztoku do prstenu, čímž se zvýší difúze plynů. Poté se senzor umístí do prstence tak, aby nedošlo k netěsnostem nebo tvorbě vzduchových bublin, což by mohlo ovlivnit výsledky měření. Doporučuje se zahřátí sondy na 44 °C. Nevýhodou takto vysoké teploty může být popálení pacientů s tenkou a poškozenou pokožkou. Tomuto se snažíme vyhnout jak pravidelnou výměnou elektrody samotné, tak místa jejich aplikace. Zvýšený průtok krve kapilárou vyvolaný aktivním či pasivním pohybem pacienta může zvýšit  $TcpO_2$ . Naopak umístění čidla na distální část končetiny může vést k nižším naměřeným hodnotám (Ruben a kol., 2012).

Použití této metody je vcelku bezpečné. Kontraindikací jejího použití je pouze špatná integrita kůže a alergie na používaný adhezivní materiál. Hlavním omezením je častá chybná interpretace falešně zvýšených či snížených hodnot, která může vyústit v nevhodně zvolenou terapii. Vždy je třeba mít na paměti limity metody a fakt, že neměří tlaky krevních plynů v arterii přímo (Ruben a kol., 2012).



Měření transkutánního tlaku kyslíku ( $TcpO_2$ ) lze využít k hodnocení revaskularizace, žilní insuficience a ischémie. Uplatnění najde např. v případě DM, ICHDK, periferních arteriálních onemocnění či arteriálních okluzivních onemocnění. (Ray a kol., 1997; Bém a kol., 2008; Ston a kol., 2011; De Graf a kol., 2003). Využívá se k predikci vývoje a hodnocení léčby bérceových vředů či určení nutnosti, popř. výše amputace (Ston a kol., 2011). Transkutánní oxymetrii lze využít pro zhodnocení procesu hojení ran, pro základní angiologickou diagnostiku, diagnostiku Raynaudova syndromu a sklerodermie. Také ji lze využít k hodnocení kyslíkové nebo hyperbarické terapie, případně k její indikaci (Précise 8008 Gen. 2). Lze ji využít i pro sledování okysličení krve u novorozenců. V tomto ohledu je však v současnosti využívanějším ukazatelem  $TcpCO_2$  (Ochiai a kol., 2020). Transkutánní oxymetrii lze rovněž využít jako doplňkový nástroj pro odhalení klaudikací vaskulárního původu a místa cévního poškození (Abraham a kol., 2018).

Využívá se také ke stanovení účinnosti léků. Např. Nillson (1998) pomocí měření  $TcpO_2$  testoval účinky alfa-Trinositolu na periferní oběh diabetických pacientů. Xue a kol. (2018) s využitím této metody hodnotili riziko vzniku proleženin. Bylo zjištěno, že při změně polohy pacienta z boku na záda se  $TcpO_2$  u rizikové skupiny výrazně sníží v oblasti hrudníku i coccygeální oblasti. Výstupy této metody korelovali s Bradenovou stupnicí, která se hojně využívá k predikci vzniku dekubitů. Dalším uplatněním metody je testování účinnosti kyslíkových masek pro léčbu dekompresní nemoci potápěčů (Blake a kol., 2018a).

Literatura zabývající se léčbou diabetické nohy, bérceových vředů a ICHDK se neshoduje na tom, zda samotná hodnota  $TcpO_2$  (příp. jaká) může být indikací k invazivní terapii. (Ston a kol, 2011; Baláž a kol. 2015; Blake a kol, 2018b; de Graff, 2003) Vysvětlením mohou být heterogenní podmínky jednotlivých studií, jako např. odlišné umístění elektrod či teplota sondy (Leenstra a kol., 2020).

Ray a kol. (1997) ve své studii došli k závěru, že  $TcpO_2$  či LDF (laserový Dopplerův průtokoměr) dosahují lepších výsledků v hodnocení těžké ischemie DKK, než např. měření systolického tlaku. Dle Béma a kol. (2008) lze s přihlédnutím k  $TcpO_2$  a tíži infekce (vyjádřené pomocí CRP) predikovat hojení rány po amputaci pacientů s DM.  $TcpO_2$  úspěšných amputací byl 43,65 +/- 8,71 mmHg vs. 13,83 +/-6,32 mmHg v případě neúspěšných. Bém a kol. (2018) a Ston a kol. (2011) stanovili kritickou hodnotu  $TcpO_2$  na 30 mmHg, v případě floridní infekce pak na 40 mmHg. Toto je

v kontrastu se studií Blake a kol. (2018b). Tito se zaměřili na hodnoty  $TcpO_2$  na hrudníku, DKK a HKK u zdravých jedinců. Výsledky se pohybovaly v rozmezí 23-92 mmHg s vyššími tlaky distálně. Blake a kol. (2018b) tak zdůrazňují nutnost doplnění dalších vyšetření. Ani randomizovaná studie de Graff a kol. (2003) nepotvrdila prediktivní význam  $TcpO_2$  a TK (krevního tlaku) při hodnocení nutnosti chirurgické intervence v případě ICHDK. Do studie byli zahrnuti probandi, kteří nespádají do kategorií zjevně těžké ischemie nebo jen mírného postižení. Kategorie zjevně těžké ischemie je charakterizována nekrotizací DKK. Studie došla k závěru, že tato metoda nemá větší schopnost předpovědět potřebnou chirurgickou intervenci než zkušený cévní chirurg, avšak může být přínosem těm méně zkušeným. Dále došla k závěru, že metoda nevede ani ke snížení počtu vyšetření pacienta. Baláž a kol. (2015) potvrzuje přínos měření  $TcpO_2$  pro komplexní léčbu pacientů s DM. Ve shodě s některými předešlými autory však zdůrazňuje nutnost doplnění metody o další vyšetření (př. vyšetření pomocí laserového Dopplerova průtokoměru), podrobnou anamnézou, fyzikální vyšetření s přihlédnutím k míře kompenzace diabetu.

Nové možnosti v oblasti senzorů transkutánní oxymetrie mohou v budoucnu přispět k jejímu většímu využití coby indikátoru neuropatií či kardiovaskulárních událostí (Baláž a kol., 2015).

Van Wateringen a kol. (2020) představil nový typ senzoru, který je schopný měřit  $TcpCO_2$ ,  $TcpO_2$  a  $SpO_2$  (saturaci krve kyslíkem). Hodnota  $TcpO_2$  je bez driftu oproti  $paO_2$ . Míra korelace mezi  $paO_2$  a  $TcpO_2$  klesá v případě vysokých hodnot  $paO_2$ . Tenzor vykazuje výbornou shodu hodnot  $SpO_2$  a  $SaO_2$  u dospělých. Další inovativní sondou je Fur-thermore. Tato dokáže zahřívát elektrodu o velikosti 17 x 17 mm na 44,4 °C po dobu 1 hodiny rovnoměrně, ale především není limitována tvarem těla (Lim a Park, 2019). Dovolte mi ještě zmínit způsob měření  $TcpO_2$  založený na principu elektronové paramagnetické rezonance. Tato metoda využívá na kůži aplikovaného média citlivého na kyslík a tzv. čip povrchového perfuzního kyslíku (SPOT) (Kmieć a kol., 2020).

## **3 Cíle, úkoly práce, hypotézy**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je zjistit změnu prokrvení m. biceps brachii při kompresivní terapii aplikované na horní končetinu v oblasti ramenního kloubu metodou flossing.

### **3.2 Úkoly práce**

Práce zpracuje následující úkoly:

1. seznámí s kompresivními technikami
2. představí novou kompresivní techniku flossingu
3. ukáže změnu prokrvení při kompresivní technice flossingu v oblasti horní končetiny.

### **3.3 Výzkumné otázky**

1. Jak se změní prokrvení během a po sejmutí kompresivní terapie flossingu v oblasti ipsilaterální horní končetiny?
2. Jaký vliv má kompresivní terapie flossing na horní končetině, kde je aplikována, a na končetině kontralaterální?
3. Jak se liší změny prokrvení na horní končetině po aplikaci flossingu u jednotlivých probandů?

### 3.4 Hypotézy

1. Předpokládám, že u m. biceps brachii bude při 2 minutové aplikaci flossingu v oblasti ramenního kloubu deprese prokrvení delší než doba následné elevace k původní hodnotě a tato změna bude statisticky významná ( $p = 0,05$ ).
2. Předpokládám statisticky významnou ( $p = 0,05$ ) depresi prokrvení ( $TcpO_2$ ) m. biceps brachii bezprostředně po 2 minutové aplikaci flossingu na oblast ramenního kloubu.
3. Předpokládám statisticky významný rozdíl v prokrvení m. biceps brachii PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl, při porovnání vstupních hodnot a hodnot naměřených v průběhu 15 minut po aplikaci flossingu na oblast ramene PHK.

## 4 Metodologie

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Do výzkumného souboru byli zařazeni studenti UK v Praze. Převážně se jednalo o studenty fyzioterapie FTVS. K zařazení do experimentu musely být splněny následující podmínky: věk 18-35 let, absence akutního infektu a pohybové aktivity v den měření.

Byl vybrán soubor 35 probandů.

Tito probandí vyplnili vstupní anamnestický dotazník, kde uvedli, zda netrpí nějakým onemocněním či nemají nějakou kontraindikaci k aplikaci flossingu, která je uváděna v literatuře: otevřené rány v oblasti P ramene, kožní onemocnění, fraktura, arteriální okluzivní onemocnění při kardiální insuficienci - např. trombóza nebo ateroskleróza, bakteriální onemocnění, osteoporóza, poruchy srážlivosti krve, fibromyalgie, revmatické onemocnění, endoprotéza P ramene, poškození meziobratlového disku, onkologické onemocnění a těhotenství. Na základě vstupního dotazníku byl jeden proband z výzkumu vyřazen, jelikož trpěl dědičnou poruchou koagulace. U jednoho probanda byl zjištěn atopický ekzém, ten však nebyl v místě aplikace flossingu ani elektrod, a proto byl tento proband ve sledovaném souboru ponechán. Jeden z probandů se léčí pro hypotyreózu, což není kontraindikace flossingu, jeho onemocnění je dobře kompenzováno, proto by jeho výsledky měly být relevantní, a jsou tedy zahrnuty do výzkumu.

9 probandů uvedlo, že trpí alergií - jednalo se o alergii na pyly, roztoče, kočky a u dvou probandů byla diagnostikována alergie na penicilin. Žádná z těchto alergií není překážkou aplikace flossingu.

Mezi výzkumnou skupinou bylo 7 probandů, kteří brali pravidelně nějaké léky, a to antikoncepci, v jednom případě společně s tyrozolem.

U 35 probandů jsme provedli měření, bohužel vzhledem k artefaktům bylo 6 probandů z vyhodnocení vyřazeno.

Sledovaný soubor se skládá z 27 probandů ve věku 19-32 let, průměrný věk probandů je 23,39 roku, se směrodatnou odchylkou 2,81 roku. Sledovaný soubor čítá 16 žen a 11 mužů, což znamená, že soubor tvoří z 59,26 % ženy a z 40,74 % muži.

Všichni probandi byli seznámeni s účelem vyšetření a plně souhlasili s použitím výsledků vyšetření a dotazníku pro účely této diplomové práce. Podepsaná prohlášení všech probandů jsou k nahlédnutí u Etické komise FTVS UK v Praze.

## 4.2 Průběh měření

Proband se dostavil do laboratoře na katedře fyzioterapie FTVS UK v Praze, kde s ním byl vyplněn vstupní dotazník a informovaný souhlas s měřením. Pokud proband splňoval všechna kritéria, přistoupilo se k samotnému měření.

Proband se usadil na židli a byl vyzván k odložení svršků horní poloviny těla. Byl mu popsán průběh měření a byl vyzván k tomu, aby se během měření nepohyboval a seděl uvolněně. Pozice probanda při aplikaci: sed s oporou o zádovou opěrku židle, nohy opřeny ploskami o zem a HKK svěřeny dolů.

Následovalo přilepení elektrod přístroje Précise 8008 na probanda. Byly přilepeny dvě elektrody, a to na m. biceps brachii PHK a LHK. Pro uložení elektrody na m. biceps brachii byla zvolena pozice v mediální linii na ventrální straně paže, uprostřed vzdálenosti mezi akromionem a mediálním epikondylem humeru.



Obrázek 1: Pozice probanda v průběhu experimentu - ilustrační fotografie.  
Zdroj: vlastní

Po nalepení elektrod byl započat záznam hodnot na přístroji Précisse 8008. Po ustálení hodnot na přístroji byla zahájena aplikace kompresivní terapie flossingu na PHK. Pasivně byla zvednuta PHK probanda a opřena o rameno terapeuta. Začátek flossingové pásky byl přiložen v místě úponu m. deltoideus a navinut na oblast ramene s vinutím dovnitř a s překryvem jednotlivých obtočení o polovinu šířky flossingové pásky. Aplikaci prováděla zaškolená stále stejná osoba stejně velkou silou. Po navinutí pásky byla HKK vrácena do pozice podél těla, v které setrvala po dobu dvou minut, viz obrázek 1. Po uplynutí této doby byla páska z paže probanda sejmuta a paže vrácena zpět do základní polohy. Po elevaci míry prokrvení bylo pokračováno v měření po dobu dalších 15 minut, aby byla zajištěna všechna potřebná data k následnému vyhodnocení.

Uplynutím této doby bylo měření ukončeno, elektrody byly sejmuty a proband se mohl obléknout.

### **4.3 Použité metody a zpracování dat**

Pro potřeby této diplomové práce byl vytvořen anamnestický dotazník, který byl vytvořen pro zjištění základních údajů o probandovi, s cílem zajištění homogenity výzkumného souboru a pro vyloučení kontraindikací flossingu u probanda.

Měření prokrvení HK během experimentu proběhlo na přístroji Précisé 8008, což je přístroj pro měření transkutánního kyslíku ( $TcpO_2$ ). Tento přístroj využívá senzor pracující na principu fluorescence a nevyžaduje kalibraci před každým měřením. Je schopen zaznamenat hodnoty 0-2 000 mmHg  $\pm$  10 %. Validních výsledků přístroj dosahuje při použití v místnosti o teplotě 15-35°C a relativní vlhkosti vzduchu 10-95 %. Výhodou tohoto přístroje je nastavitelná teplota senzoru na 40-44 °C. Pro potřeby tohoto experimentu byla teplota nastavena na 44 °C (Precise 8008 Gen. 2).

Data získaná během měření byla vyhodnocena popisnou statistikou. Změna hodnot naměřených na PHK (aplikace flossingu) a LHK (bez aplikace flossingu) byla porovnána za využití lineárního modelu a testování ANOVA. Porovnání času poklesu perfuze na nejnižší úroveň a doby následné úpravy bylo provedeno pomocí párového T-testu.

Zpracování diplomové práce proběhlo v Microsoft Office Word (verze 2010). Obrázky byly upravovány v programu Malování. Data z oxygenometru Precises 2008

byly otevírány v Poznámkovém bloku (Windows 8) a následně převedeny a vyhodnoceny v programu Microsoft Office Excel (verze 2010). Pro vyhodnocení výsledků byla využita také statistická analýza dat ve statistickém programu R (R for Windows GUI front-end), v rozšíření RStudio - R for Windows (GUI front-end R i386 3.6.1).



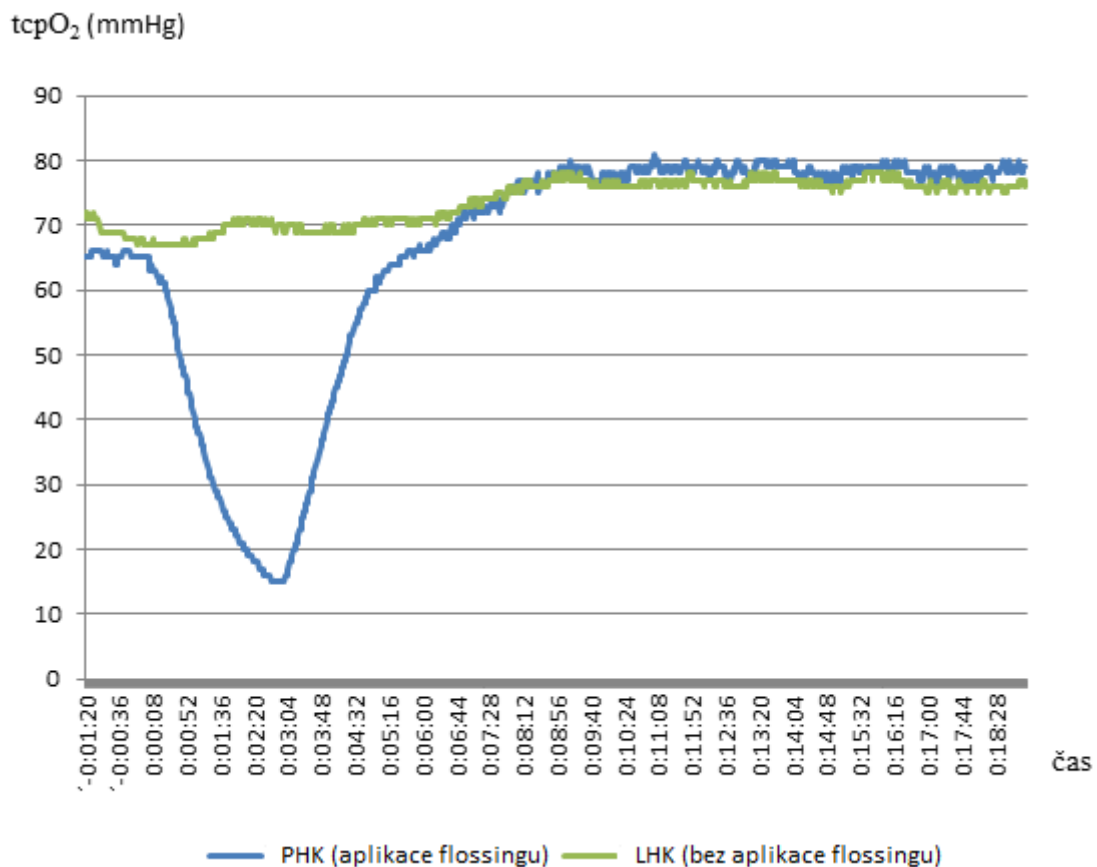
## 5 Výsledky

### Výzkumná otázka 2: Jaký vliv má kompresivní terapie flossing na horní končetině, kde je aplikována, a na končetině kontralaterální?

Graf 1 znázorňuje změny prokrvení na P a L HK, v čase u jednoho probanda, na P a L horní končetině. Je patrná výrazná deprese prokrvení PHK během aplikace flossingu na PHK a následná normalizace stavu. V tomto případě došlo k elevaci prokrvení nad vstupní hodnotu. Tato elevace byla s výjimkou dvou probandů zaznamenána u všech testovaných jedinců.

Jak znázorňuje graf 1, pokles prokrvení na PHK má za následek pozvolnou elevaci prokrvení na končetině levé. Tento jev však není pravidlem. U některých probandů naopak během aplikace došlo k poklesu prokrvení druhé končetiny, což odráží tabulka 1.

Graf 1 Změna prokrvení jednoho proband na PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl



Tabulka 1: Změna prokrvení v čase na PHK, kde byl aplikován flossing, a na LHK, kde aplikován nebyl

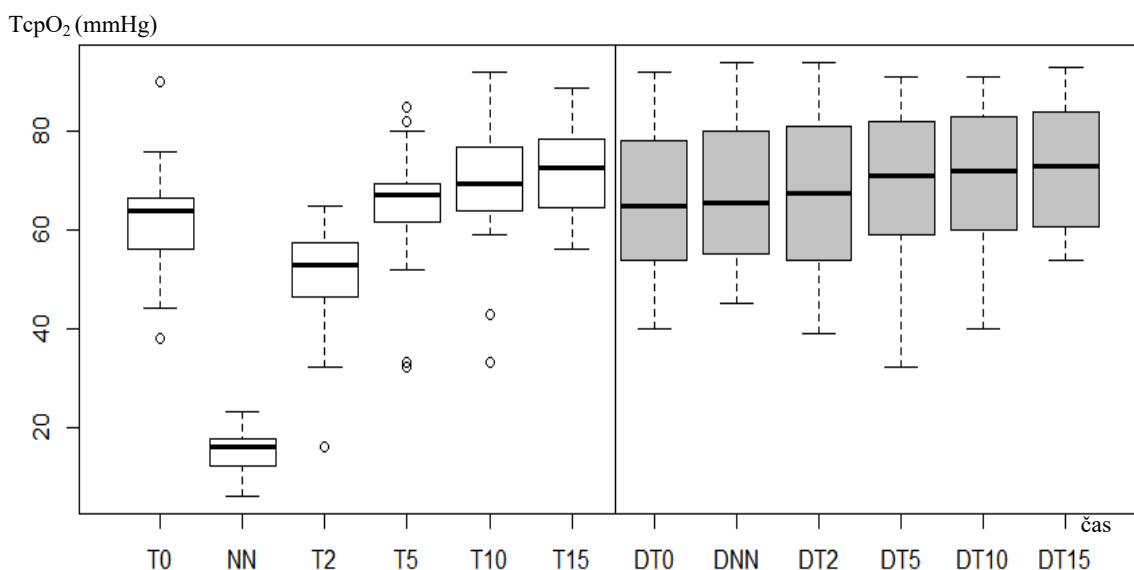
Změna TcpO <sub>2</sub> (mmHg) v čase na PHK a LHK												
Proband	PHK - aplikován flossing (čas)						LHK - bez aplikace flossingu (čas)					
	T0	NN	T2	T5	T10	T15	DT0	DNN	DT2	DT5	DT10	DT15
1	50	12	48	62	63	63	55	62	67	71	71	74
2	63	11	56	65	64	63	50	56	58	54	53	54
3	70	18	61	79	88	88	82	80	84	87	91	93
4	63	19	55	68	NA	NA	51	51	54	59	65	66
5	50	10	48	67	73	73	52	55	55	59	62	61
6	62	19	57	67	71	74	92	94	94	91	88	87
7	63	12	32	33	43	61	53	55	39	32	40	57
8	64	16	53	68	69	68	63	70	73	74	73	73
9	64	19	53	71	77	79	84	81	84	86	91	91
10	71	17	55	64	68	73	72	56	53	60	66	73
11	64	21	53	67	75	76	59	65	68	71	71	71
12	73	16	65	77	81	83	85	85	89	88	88	88
13	76	16	63	82	83	86	77	75	77	77	76	76
14	63	17	53	68	75	75	78	78	79	79	83	84
15	90	23	65	85	92	89	84	88	89	87	89	87
16	51	8	37	55	61	62	54	49	48	50	53	54
17	44	6	16	32	33	NA	62	49	48	49	50	NA
18	70	14	60	80	86	86	72	66	66	69	73	73
19	58	9	44	60	65	66	54	48	49	52	58	59
20	65	15	58	73	77	78	67	71	70	75	76	76
21	65	16	54	67	68	72	78	82	81	82	81	84
22	65	20	51	66	70	72	72	73	72	76	76	76
23	38	12	44	52	60	61	40	45	52	54	57	57
24	51	9	45	60	59	56	60	63	64	64	64	63
25	54	15	43	61	66	66	NA	NA	NA	NA	NA	NA
26	68	16	59	68	72	NA	81	86	85	85	88	NA
27	65	14	52	66	67	67	53	56	58	60	60	60
Průměr	62,22	14,81	51,11	65,3	69,46	72,38	66,54	66,88	67,54	68,88	70,88	72,38
Medián	64	16	53	67	69,5	72,5	65	65,5	67,5	71	72	73
Směrodatná odchylka	10,4	4,15	10,4	12	12,5	9,23	13,7	14,1	15	14,9	13,9	12,1

Legenda: T0- PHK základní                      NN - PHK nejnižší                      T2 - PHK po 2 min  
T5- PHK po 5 min                              T10 - PHK po 10 min                      T15 - PHK po 15 min  
D0 - LHK základní                              DNN - LHK při NN                      DT2 - LHK po 2 min  
DT5 - LHK po 5 min                              DT10 - LHK po 10 min                      DT15 - LHK po 15 min  
NA - hodnota není k dispozici

V grafu 2 (boxplot) je znázorněn vývoj prokrvení obou končetin během aplikace flossingu u všech probandů. V případě PHK vidíme výraznou depresi perfuze. Ta se následně normalizuje a dokonce přesahuje vstupní úroveň. V případě LHK si lze

povšimnou mírné elevace mediánu prokrvení v čase. Z grafu je také vidět výrazný rozptyl dat. Na PHK nabývají směrodatné odchylky nižších hodnot, než na LHK. Na LHK jsou sice směrodatné odchylky větší, ale nebyly zde zaznamenány žádné extrémní hodnoty, jako je tomu v případě PHK (př. vstupní hodnoty T0 v rozmezí 44-90 mmHg).

Graf 2 Průběh prokrvení na PHK, kde byl aplikován flossing, a na LHK, kde aplikován nebyl (boxplot)



Legenda: T0- PHK základní  
 T5- PHK po 5 min  
 D0 - LHK základní  
 DT5 - LHK po 5 min  
 NN - PHK nejnižší  
 T10 - PHK po 10 min  
 DNN - LHK při NN  
 DT10 - LHK po 10 min  
 T2 - PHK po 2 min  
 T15 - PHK po 15 min  
 DT2 - LHK po 2 min  
 DT15 - LHK po 15 min

Během aplikace flossingu na PHK dojde ke změně prokrvení i LHK. Při poklesu perfuze PHK dochází k elevaci či depresi prokrvení LHK. Následně pozorujeme již jen elevaci perfuze LHK v průběhu času.

Naměřená data jsou závislá na úrovni vstupního prokrvení. Pro odstranění této závislosti, byly změny perfuze vyjádřeny poměrem ke vstupní hodnotě ( $y = y_t/y_{t0}$ ). viz tabulka 2.

Graf 3 znázorňuje změnu prokrvení v čase v poměrném vyjádření. V tomto případě jsou směrodatné odchylky výrazně nižší, než v případě vyjádření pomocí absolutních hodnot (Graf 2). Ačkoliv i zde se vyskytují extrémní hodnoty, které z jinak v celku uniformního souboru vyčnívají.

Tabulka 2. Poměrné vyjádření změny prokrvení na PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl

Proband/čas	PHK - aplikován flossing					LHK - bez aplikace flossingu				
	y_nn	y_t2	y_t5	y_t10	y_t15	Dy_nn	Dy_t2	Dy_t5	Dy_t10	Dy_t15
1	0,240	0,960	1,240	1,260	1,260	1,127	1,218	1,291	1,291	1,345
2	0,175	0,889	1,032	1,016	1,000	1,120	1,160	1,080	1,060	1,080
3	0,257	0,871	1,129	1,257	1,257	0,976	1,024	1,061	1,110	1,134
4	0,302	0,873	1,079	NA	NA	1,000	1,059	1,157	1,275	1,294
5	0,200	0,960	1,340	1,460	1,460	1,058	1,058	1,135	1,192	1,173
6	0,306	0,919	1,081	1,145	1,194	1,022	1,022	0,989	0,957	0,946
7	0,190	0,508	0,524	0,683	0,968	1,038	0,736	0,604	0,755	1,075
8	0,250	0,828	1,063	1,078	1,063	1,111	1,159	1,175	1,159	1,159
9	0,297	0,828	1,109	1,203	1,234	0,964	1,000	1,024	1,083	1,083
10	0,239	0,775	0,901	0,958	1,028	0,778	0,736	0,833	0,917	1,014
11	0,328	0,828	1,047	1,172	1,188	1,102	1,153	1,203	1,203	1,203
12	0,219	0,890	1,055	1,110	1,137	1,000	1,047	1,035	1,035	1,035
13	0,211	0,829	1,079	1,092	1,132	0,974	1,000	1,000	0,987	0,987
14	0,270	0,841	1,079	1,190	1,190	1,000	1,013	1,013	1,064	1,077
15	0,256	0,722	0,944	1,022	0,989	1,048	1,060	1,036	1,060	1,036
16	0,157	0,725	1,078	1,196	1,216	0,907	0,889	0,926	0,981	1,000
17	0,136	0,364	0,727	0,750	NA	0,790	0,774	0,790	0,806	NA
18	0,200	0,857	1,143	1,229	1,229	0,917	0,917	0,958	1,014	1,014
19	0,155	0,759	1,034	1,121	1,138	0,889	0,907	0,963	1,074	1,093
20	0,231	0,892	1,123	1,185	1,200	1,060	1,045	1,119	1,134	1,134
21	0,246	0,831	1,031	1,046	1,108	1,051	1,038	1,051	1,038	1,077
22	0,308	0,785	1,015	1,077	1,108	1,014	1,000	1,056	1,056	1,056
23	0,316	1,158	1,368	1,579	1,605	1,125	1,300	1,350	1,425	1,425
24	0,176	0,882	1,176	1,157	1,098	1,050	1,067	1,067	1,067	1,050
25	0,278	0,796	1,130	1,222	1,222	NA	NA	NA	NA	NA
26	0,235	0,868	1,000	1,059	NA	1,062	1,049	1,049	1,086	NA
27	0,215	0,800	1,015	1,031	1,031	1,057	1,094	1,132	1,132	1,132
Průměr	0,237	0,824	1,057	1,127	1,169	1,009	1,020	1,042	1,075	1,109
Medián	0,239	0,831	1,078	1,133	1,163	1,030	1,042	1,050	1,065	1,078
Směrodatná odchylka	0,052	0,139	0,160	0,176	0,141	0,091	0,132	0,148	0,138	0,112

Legenda: y-nn- PHK NN/T0

y\_t10 - PHK T10/T0

Dy\_t2 - LHK T2/T0

Dy\_t15- LHK T15/T0

y\_t2 - PHK T2/T0

y\_t15- PHK T15/T0

Dy\_t5 - LHK T5/T0

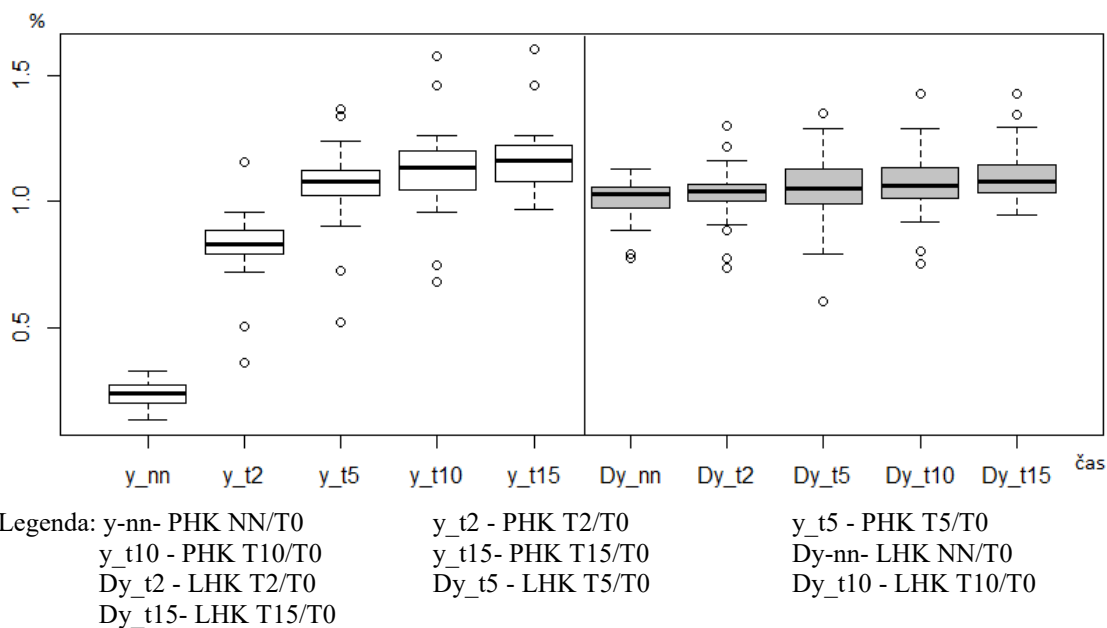
NA - hodnota není k dispozici

y\_t5 - PHK T5/T0

Dy-nn- LHK NN/T0

Dy\_t10 - LHK T10/T0

Graf 3 Průběh změny prokrvení na PHK, kde byl aplikován flossing, a na LHK, kde aplikován nebyl, při poměrném vyjádření (boxplot)



Změny prokrvení PHK a LHK budou podrobněji zkoumány pomocí lineárního modelu v hypotézách 2 a 3.

### **Výzkumná otázka 1: Jak se změní prokrvení během a po sejmutí kompresivní terapie flossingu v oblasti ipsilaterální horní končetiny?**

V grafu 1 a 2 a tabulce 1 je vidět významný pokles prokrvení PHK během aplikace flossingu. Po sejmutí flossingu perfuze opět stoupá, přičemž 5 minut od okamžiku nejnižšího prokrvení již přesahuje vstupní úroveň. Maxima je dosaženo v 15. minutě. Z tohoto pravidla vybočují probandi č. 7 a č. 17, u kterých nedošlo k úpravě perfuze ani v 15. minutě od jejího maximálního poklesu. Blíže budou tyto změny zkoumány v hypotéze 1, 2 a 3.

### **Hypotéza 3: Předpokládám statisticky významný rozdíl v prokrvení m. biceps brachii PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl, při porovnání vstupních hodnot a hodnot naměřených v průběhu 15 minut po aplikaci flossingu na oblast ramene PHK.**

Pomocí lineárního modelu byla zjištěna vysoce statisticky významná změna prokrvení PHK, na které byl aplikován flossing, v průběhu celého měření ( $p < 2.2e-16$ ).

Po dvou minutové aplikaci dojde k poklesu prokrvení m. biceps brachii PHK na 23,68 % původní hodnoty. Dvě minuty po dosažení nejnižšího  $TcpO_2$  (T2) činí tento 82,37 % původního prokrvení. Po pěti minutách (T5) stoupá  $TcpO_2$  o 5,72 % nad vstupní úroveň. 10 minut (T10) po NN činí  $TcpO_2$  112,68 % a v čase T15 116,89 % původní hodnoty.

Při výpočtu jsme pro PHK vycházeli z těchto předpokladů:

$$y_{percent} = y_t / y_{T0}$$

$$y_{percent} = c + a_2 * T2 + a_5 * T5 + a_{10} * T10 + a_{15} * T15$$

$$H_0: a_2 = a_5 = a_{10} = a_{15} = 0$$

$$H_1: a \text{ se nerovná } 0$$

Alternativní hypotéza pro  $H_0$ :  $y_{percent} = c$

Aleternivní hypotéza pro  $H_1$ :  $y_{percent} = c + a_2 * T2 + a_5 * T5 + a_{10} * T10 + a_{15} * T15$

Call:

lm(formula = y\_percent ~ T2 + T5 + T10 + T15, data = percent\_P)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.53338	-0.04945	0.00531	0.06424	0.45215

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	0.23680	0.02749	8.615	2.45e-14	***
T2	0.58688	0.03887	15.098	< 2e-16	***
T5	0.82039	0.03887	21.105	< 2e-16	***
T10	0.89000	0.03924	22.678	< 2e-16	***
T15	0.93209	0.04007	23.262	< 2e-16	***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1428 on 126 degrees of freedom  
(4 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.8592, Adjusted R-squared: 0.8547

F-statistic: 192.2 on 4 and 126 DF, p-value: < 2.2e-16

Hodnoty p ve výše uvedené tabulce jsou vždy záporné, proto není možné model zjednodušit.

V případě LHK jsou změny prokrvení statisticky významné pouze v bodě NN a čase T15, jak bylo potvrzeno lineárním modelem.

$$y_{percent} = y_t / y_{T0}$$

$$y_{percent} = c + a_2 * T2 + a_5 * T5 + a_{10} * T10 + a_{15} * T15$$

$$H_0: a_2 = a_5 = a_{10} = a_{15} = 0$$

$$H_1: a \text{ se nerovná } 0$$

Alternativní hypotéza pro  $H_0: y_{percent} = c$

Alternativní hypotéza pro  $H_1: y_{percent} = c + a_2 * T_2 + a_5 * T_5 + a_{10} * T_{10} + a_{15} * T_{15}$

ModelL

```
modelL <- lm(y_percent ~ T2+T5+T10+T15, data=percent_L)
> summary(modelL)
```

Call:

```
lm(formula = y_percent ~ T2 + T5 + T10 + T15, data = percent_L)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.43842	-0.05511	0.00290	0.05359	0.34957

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.00916	0.02520	40.053	<2e-16 ***
T2	0.01101	0.03563	0.309	0.7579
T5	0.03304	0.03563	0.927	0.3556
T10	0.06627	0.03563	1.860	0.0653 .
T15	0.10012	0.03637	2.753	0.0068 **

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1285 on 123 degrees of freedom  
(7 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.07694, Adjusted R-squared: 0.04692

F-statistic: 2.563 on 4 and 123 DF, p-value: 0.04167

Jelikož v modelu L byla potvrzena statisticky významná změna perfuze pouze v čase T15 a v interceptu (odpovídá bodu NN), byl vytvořen jednodušší model L2, který by mohl první model nahradit. Nový model bere v úvahu pouze úroveň perfuze v bodě interceptu a čase T15, jelikož v ostatních časech nedošlo ke statisticky významnému zvýšení prokrvení.

Alternativní hypotéza pro modelL2:  $H_1: y_{percent} = c + a_{15} * T_{15}$

ModelL2

```
modelL2 <- lm(y_percent ~ T15, data=percent_L)
> summary(modelL2)
```

Call:

```
lm(formula = y_percent ~ T15, data = percent_L)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.43296	-0.05626	0.00918	0.05915	0.38826

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.03674	0.01265	81.959	<2e-16 ***
T15	0.07254	0.02921	2.483	0.0143 *

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.129 on 126 degrees of freedom  
 (7 observations deleted due to missingness)  
 Multiple R-squared: 0.04665, Adjusted R-squared: 0.03909  
 F-statistic: 6.166 on 1 and 126 DF, p-value: 0.01434

I v tomto modelu byla vypočtena statistická významnost změny prokrvení v bodě interceptu (hodnoty NN) a čase T15, což koreluje s modelem L.

Při porovnání modelu L2 a modelu L pomocí testu ANOVA zjišťujeme, že oba modely je možné zaměnit, neboť mezi nimi není statisticky významný rozdíl ( $p = 0,2628$ ).

```
anova(modelL2,modelL)
Analysis of Variance Table

Model 1: y_percent ~ T15
Model 2: y_percent ~ T2 + T5 + T10 + T15
  Res.Df  RSS Df Sum of Sq    F Pr(>F)
1     126 2.0967
2     123 2.0301  3  0.066621 1.3455 0.2628
```

Dále bylo testováno, zda je nutné kalkulovat s interceptem, či zdali je možné ho zaměnit za hodnotu 1. K tomu účelu byl vytvořen lineární model 25. I v tomto případě se potvrdila statistická významnost  $p$ , neboť  $p = 0,00435$ . Je tedy nutné intercept v hypotéze zahrnout. Z uvedeného vyplývá nepravdivost nulové hypotézy.

alternativní hypotéza pro modelL2:  $H1: y_{percent} = c - 1 + a_{15} * T15$

```
#testovanie T-statistiky na Ey_p=1
>
> #t.test(dfL$y_percent,alternative="two.sided",mu=1)
>
> modelL25 <- lm(y_percent-1 ~ T15, data=percent_L)
> summary(modelL25)

Call:
lm(formula = y_percent - 1 ~ T15, data = percent_L)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.43296 -0.05626  0.00918  0.05915  0.38826

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.03674    0.01265   2.904  0.00435 **
T15          0.07254    0.02921   2.483  0.01434 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.129 on 126 degrees of freedom
(7 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.04665, Adjusted R-squared: 0.03909
F-statistic: 6.166 on 1 and 126 DF, p-value: 0.01434
```



V bodě NN PHK dojde k statisticky významnému ( $p = 0,001$ ) zvýšení prokrvení LHK (o 3,67 %). Následná elevace perfuze nedosahuje až do T15 statistické významnosti, kdy dochází k nárůstu na 110,93 % ( $p = 0,05$ ) původní hodnoty. Což bylo potvrzeno lineárním modelem L1 a L2. Přijímáme proto hypotézu 3 pro LHK za platnou. Během aplikace flossingu na oblast ramenního kloubu PHK dojde k statisticky významné změně i na HK2, kde flossing nebyl aplikován.

## **Hypotéza 2: Předpokládám statisticky významnou ( $p = 0,05$ ) depresi prokrvení ( $TcpO_2$ ) m. biceps brachii bezprostředně po 2 minutové aplikaci flossingu na oblast ramenního kloubu.**

Naměřená data jsou závislá na úrovni vstupního prokrvení. Pro odstranění této závislosti, byly změny perfuze vyjádřeny poměrem ke vstupní hodnotě ( $y = y_t/y_{t0}$ ) viz tabulka 2.

Pomocí lineárního modelu a s využitím programu R bylo zjištěno (viz hypotéza 3), že změny prokrvení PHK jsou vysoce statisticky významné ( $p = 2,45e-14$ ). Po dvou minutové aplikaci flossingu na oblast ramenního kloubu dojde ke snížení prokrvení ipsilaterální končetiny na 23,68 % původní hodnoty.

Výsledek lineárního modelu pro PHK:

```
lm(formula = y_percent ~ T2 + T5 + T10 + T15, data = percent_P)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.53338	-0.04945	0.00531	0.06424	0.45215

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.23680	0.02749	8.615	2.45e-14 ***
T2	0.58688	0.03887	15.098	< 2e-16 ***
T5	0.82039	0.03887	21.105	< 2e-16 ***
T10	0.89000	0.03924	22.678	< 2e-16 ***
T15	0.93209	0.04007	23.262	< 2e-16 ***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1428 on 126 degrees of freedom  
(4 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.8592, Adjusted R-squared: 0.8547

F-statistic: 192.2 on 4 and 126 DF, p-value: < 2.2e-16

Výše uvedené potvrzuje hypotézu 2. Aplikace flossingu způsobí statisticky významnou ( $p < 2,45e-14$ ) změnu prokrvení ipsilaterální končetiny po jeho dvouminutové aplikaci.

**Hypotéza 1: Předpokládám, že u m. biceps brachii bude při 2 minutové aplikaci flossingu v oblasti ramenního kloubu deprese prokrvení delší než doba následné elevace k původní hodnotě a tato změna bude statisticky významná ( $p = 0,05$ ).**

Při porovnání průměrného času deprese (2:58 min) s průměrným časem elevace (4:19 min) je evidentní, že následná úprava perfuze na původní hodnotu probíhá pomaleji než její předchozí pokles. Tyto změny byly porovnány za pomoci párového T - testu. Nebyla potvrzena statistická významnost tohoto ukazatele při hladině významnosti  $p = 0,05$  ( $p = 0,9756$ ). Párový T-test pro alternativní hypotézu (doba elevace je delší než doba deprese) potvrdil, že doba úpravy perfuze je statisticky významně delší, než doba deprese při  $p = 0,02442$ . Na základě těchto výsledků zamítáme hypotézu 1.

```
Paired t-test pro potvrzení hypotézy  $D > E$ 
t.test(cas$CD,cas$CE,paired=TRUE, alternative = "greater")
data: cas$CD and cas$CE
t = -2.067, df = 26, p-value = 0.9756
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0
95 percent confidence interval:
 -147.84      Inf
sample estimates:
mean of the differences -81
```

```
Paired t-test pro potvrzení alternativní hypotézy  $E > D$ 
t.test(cas$CE,cas$CD,paired=TRUE, alternative = "greater")
data: cas$CE and cas$CD
t = 2.067, df = 26, p-value = 0.02442
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0
95 percent confidence interval:
 14.15996      Inf
sample estimates:
mean of the differences 81
```

Dva probandi (č. 7 a č. 17) nedosáhli vstupní hodnoty perfuze ani po 15 minutách, viz tabulka 3. Tito probandi nám společně s probandem č. 10, který dosáhl vstupní hodnoty až po 10:37 minutách, přispívají k delšímu výslednému času elevace. Přesto byli ve vyhodnocení experimentu ponecháni. V případě neznámého času úpravy perfuze byla použita doba 15 minut.

Tabulka 3 Čas a rychlost deprese prokrvení a následná elevace na původní hodnotu na PHK, kde byl aplikován flossing

Čas a rychlost poklesu prokrvení a návratu na původní hodnotu							
Proband	T0 (mmHg)	NN (mmHg)	Pokles (mmHg)	Deprese		Elevace	
				Čas (min)	Rychlost (mmHg/s)	Čas (min)	Rychlost (mmHg/s)
1	50	12	38	03:00	0,211	02:09	0,202
2	63	12	51	02:42	0,315	03:07	0,182
3	70	12	58	03:01	0,320	03:08	0,202
4	63	10	53	02:36	0,340	02:37	0,255
5	50	8	42	02:40	0,263	02:03	0,350
6	62	9	53	02:36	0,340	02:37	0,268
7	63	15	48	03:33	0,225	15:00	0,220
8	64	9	55	03:28	0,264	02:57	0,287
9	64	19	45	02:26	0,308	02:51	0,068
10	71	11	60	03:07	0,321	10:37	0,325
11	64	19	45	02:37	0,287	02:40	0,202
12	73	17	56	03:15	0,287	03:38	0,232
13	76	16	60	03:19	0,302	03:18	0,264
14	63	19	44	02:44	0,268	03:02	0,080
15	90	15	75	03:12	0,391	06:13	0,223
16	51	16	35	02:51	0,205	03:44	0,316
17	44	20	24	03:03	0,131	15:00	0,225
18	70	14	56	02:47	0,335	02:35	0,151
19	58	16	42	03:31	0,197	03:20	0,308
20	65	14	51	02:42	0,315	02:49	0,226
21	65	17	48	03:12	0,250	03:29	0,491
22	65	16	49	02:58	0,275	04:08	0,365
23	38	16	22	03:20	0,110	01:50	0,313
24	51	23	28	03:02	0,154	02:36	0,298
25	54	12	51	02:39	0,321	03:12	0,057
26	68	6	38	02:48	0,226	03:45	0,042
27	65	38	27	02:44	0,165	03:57	0,245
Průměr	62	15	46	02:58	0,264	04:19	0,237
Medián	64	15	48	02:58	0,275	03:08	0,232

Legenda: T0- prokrvení PHK na začátku experimentu  
T2 - PHK po 2 min od naměření nejnižší hodnoty

NN - PHK nejnižší prokrvení  
\* - neznámá hodnota, dosazena hodnota 15 min

### **Výzkumná otázka 3: Jak se liší změny prokrvení na horní končetině po aplikaci flossingu u jednotlivých probandů?**

Čas potřebný k návratu prokrvení na vstupní hodnotu se pohybuje v rozmezí od 1:50 min po 10:37 min. Dva probandí dokonce ještě ani v 15 minutě původní úroveň perfuze nedosáhli. Průměrná doba elevace prokrvení je 4:19 min (počítáno s hodnotou 15 minut u probandů, u kterých nedošlo k návratu na původní hodnotu). Variabilitu úpravy prokrvení odráží také rozdíl mezi průměrnou dobou elevace a hodnotou mediánu. Zatímco průměrná doba deprese a její medián se rovnají, medián elevace je 3:08 min, což je o 1:11 min méně než průměrná doba.

## 6 Diskuze

### Limity transkutánní oxymetrie

Transkutánní oxymetrie je metoda, pomocí které je měřen parciální tlak kyslíku na povrchu kůže. Můžeme z ní usuzovat na parciální tlak kyslíku v arteriích ( $paO_2$ ).  $TcpO_2$  většinou nabývá nižších hodnot, než je  $paO_2$  (Ruben, 2012). V našich podmínkách nebylo možné měřit přímo  $paO_2$ . Nicméně platí, že tento dobře koreluje s  $TcpO_2$ . Rozhodli jsme se tedy pro potřeby této práce vycházet z hodnot  $TcpO_2$ .

V námi sledovaném souboru byla velká diverzita naměřených dat, hodnoty  $T0$  se pohybovaly v rozmezí 40-90mmHg. Blake a kol. (2018b) uvádí, že změna perfuze může i u zdravého jedince nabývat hodnot 26-90 mmHg. Tito však zkoumali úroveň prokrvení HKK, DKK a hrudníku v klidu a po aktivním pohybu.

Další důvodem rozdílné počáteční perfuze může být drift, který vzniká např. nedostatečnou dobou stabilizace elektrody či vzduchovou bublinou v oblasti senzoru. Dále se uplatňuje pohyb pacienta, či jiné chyby měření (Ruben, 2012).

Rozdílné  $TcpO_2$  mohou být též důsledkem aplikace senzoru na různé části končetiny Blake a kol. (2018b), avšak v našem případě byla elektroda u všech probandů uložena na HKK v prakticky identické oblasti. Dále se na nepřesnosti měření může podílet rozdílná tloušťka kůže, podkoží či tukové tkáně v místě senzoru  $TcpO_2$  (Ruben, 2012). Toto nebylo v naší studii sledováno, a proto se k tomu nemůžeme vyjádřit. Zvýšení prokrvení může být také důsledkem rozdílné pohybové aktivity jednotlivých probandů před začátkem experimentu. Podmínkou našeho experimentu byla pouze absence vysloveně sportovní aktivity před měřením.

### **Hypotéza 2: Předpokládám statisticky významnou ( $p = 0,05$ ) depresi prokrvení ( $TcpO_2$ ) m. biceps brachii bezprostředně po 2 minutové aplikaci flossingu na oblast ramenního kloubu.**

Prokrvení dosáhne úrovně  $P0$  v průměru po 4:19 min (medián 3:08 min). Dva probandi nezaznamenali tento návrat ani po 15 minutách. V jejich případě v úvodu rychlý vzestup prokrvení posléze zpomaluje.

Po dvouminutové aplikaci došlo k statisticky významné depresi prokrvení m. biceps brachii. Náš předpoklad, že dojde ke snížení prokrvení během aplikace flossingu na oblast ramenního kloubu, se potvrdil. Hypotéza 2 je tedy platná.

Literatura uvádí, že by flossing mohl působit na tzv. „efekt houby“. Krevní tok, zprvu výrazně inhibovaný okluzí, zaznamenává výrazný vzestup po jejím odstranění. Dosahuje dokonce úrovně překračující vstupní průtok. (Ahlhold, 2018) Tento princip se v našem experimentu nepotvrdil, neboť doba elevace byla statisticky významně delší než doba deprese.

Je třeba také zohlednit rozdílnou rychlost změny perfuze svalů a kůže po naložení/sejmutí flossingu.

**Hypotéza 1: Předpokládám, že u m. biceps brachii bude při 2 minutové aplikaci flossingu v oblasti ramenního kloubu deprese prokrvení delší než doba následné elevace k původní hodnotě a tato změna bude statisticky významná ( $p = 0,05$ ).**

Byl zaznamenán pokles perfuze po dvouminutové aplikaci flossingu na 6-23 mmHg, což v průměru odpovídá 23,68 %. Může se zdát, že se jedná o pokles dramatický, neboť některé studie (Ston a kol., 2011, Bém a kol. 2018) uvádějí perfuzi 30 mmHg coby kritérium chirurgické intervence při ICHDK či DM. Klidový  $T_{cpO_2}$  10 mmHg považuje Ruben a kol.(2012) již za velmi kritickou hodnotu vylučující spontánní úpravu. Naproti tomu Blake (2018b) konstatoval perfuzi <30 mmHg i u zdravých jedinců. Musíme však zohlednit, že uvedené studie se zabývaly především dlouhodobě nepříznivými stavy. V našem případě se jedná sice o výraznou tkáňovou hypoxii, nicméně velmi krátkodobou.

Po dvouminutové aplikaci došlo k statisticky významné depresi prokrvení m. biceps brachii. Náš předpoklad, že dojde ke snížení prokrvení během aplikace flossingu na oblast ramenního kloubu, se potvrdil. Hypotéza 2 je tedy platná.

Vzhledem k významné depresi perfuze již po dvou minutách flossingu nedoporučujeme jeho aplikování po delší dobu.

**Hypotéza 3: Předpokládám statisticky významný rozdíl v prokrvení m. biceps brachii PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl, při porovnání vstupních hodnot a hodnot naměřených v průběhu 15 minut po aplikaci flossingu na oblast ramene PHK.**

Jak již bylo zmíněno výše, byla naměřená data převedena na poměrné vyjádření naměřených hodnot ( $y = y/T_0$ ). Na PHK hodnoty nabývají statisticky velmi významných změn. Dojde k poklesu prokrvení na 23,47 % s následnou elevací nad původní úroveň. Zatímco ještě v druhé minutě činí prokrvení 82 %, v páté již překračuje vstupní hladinu a dále stoupá až na 116,88 % v okamžiku ukončení experimentu. Prokrvení na LHK je poněkud odlišné. V době nejnižšího prokrvení PHK zaznamenáváme statisticky významné zvýšení perfuze (o 3,674 %) končetiny kontralaterální.

Následně prokrvení LHK mírně roste až do 15. minuty, kdy dosáhne 110,96 %. Statisticky významná změna perfuze je pouze tato. Popisovaný jev vysvětlujeme např. vlivem redistribuce krve v průběhu aplikace a po sejmutí flossingu.

**Výzkumná otázka 3: Jak se liší změny prokrvení na horní končetině po aplikaci flossingu u jednotlivých probandů?**

U jednotlivých probandů dochází k výraznému rozptylu dat. Možnosti vzniku této variability dat jsou popsány v části Limity oxymetrie.

Doba úpravy perfuze PHK se velmi liší, což může být důsledkem variabilní odpovědi každého jedince na okluzi. Nemůžeme vyloučit ani chyby měření. Falešně zvýšené vstupní hodnoty mohly zapříčinit prodloužený čas normalizace perfuze. V tomto se mohlo uplatnit např. i odlepení elektrody (Ruben a kol., 2012).

**Výzkumná otázka 1: Jak se změní prokrvení během a po sejmutí kompresivní terapie flossingu v oblasti ipsilaterální horní končetiny?**

Diskuze k této otázce je zahrnuta již v hypotéze 2 a 3. viz výše.

## **Výzkumná otázka 2: Jaký má vliv kompresivní terapie flossing na horní končetině, kde je aplikována, a na končetině protilehlé?**

Tato otázka je již oddiskutována v rámci hypotézy 3.

### **Doporučení pro praxi**

Při našem experimentu došlo po dvouminutové aplikaci flossingu k statisticky významnému zvýšení prokrvení na obou HKK v čase T15. Z výše uvedeného usuzujeme, že dvouminutová aplikace flossingu je dostatečná k dosažení výrazného zvýšení perfuze.

Pokles prokrvení na 23,63 % (na 6-23 mmHg) představuje velmi výraznou depresi. Pacienti s dlouhodobým snížením perfuze na tuto úroveň jsou indikováni k chirurgické intervenci (Ston kol., 2011; Blake a kol, 2018b).

Doporučujeme tedy neaplikovat flossing déle, než dvě minuty, neboť tato doba postačuje k následnému zvýšení perfuze nad vstupní hladinu. Delší aplikací se zvyšuje možnost ischemie tkáně. (Ruben a kol. 2012)



## 7 Omezení studie

Omezením této studie je nízký počet testovaných probandů (35), přičemž sledovaný soubor tvoří 27 probandů.

V této studii byl flossing aplikován na rameno, měřeno bylo prokrvení tkáně v m. biceps brachii, a tak lze závěry této studie vztáhnout pouze k této oblasti. Zda-li podobné principy platí i v případě aplikace této metody na ostatní části lidského těla, jak se mění prokrvení v místě naložení pásky a dále distálně, by mělo být předmětem dalšího zkoumání.

Tato studie hodnotila změnu prokrvení v daném místě po dobu 15 minut od naměření nejnižší perfuze. K jakým perfuzním změnám dochází poté, tak nelze posoudit. Jako sledovaný parametr byl zvolen  $TcpO_2$ . O chování ostatních ukazatelů (např.  $TcpCO_2$ , krevních plynů a ostatních složek krve) se tak nelze vyjádřit.  $TcpO_2$  udává informaci o tlaku kyslíku na povrchu kůže. Nejedná se tedy o přímé měření  $paO_2$ .

V rámci této studie nebylo exaktně standardizováno napětí, pod kterým byl flossing přikládán, ani tlak, kterým flossing na tkáň následně působil. Nelze tedy vyloučit odchylky těchto parametrů u jednotlivých měření. Snahou o jejich minimalizování byla aplikace flossingu stále stejnou, zaškolenou osobou. Dále z výsledků nelze určit, jak by se prokrvení m. biceps brachii chovalo při zvýšení či snížení tlaku působícího na tkáň.

Dále tato studie neumí odpovědět na otázku, jak se chová prokrvení horní končetiny v případě, že je aplikace flossingu na oblast ramenního kloubu doplněná o cvičení.

Výsledky předložené práce byly získány pomocí analýzy dat lineárním modelem, testování ANOVA, T-testu a popisné statistické analýzy dat. Nemůžeme vyloučit odlišnost výsledků za použití smíšených statistických modelů.

## 8 Závěr

Při našem experimentu byl zaznamenán významný pokles prokrvení m. biceps brachii PHK po aplikaci flossingu na oblast ramenního kloubu PHK. Došlo ke statisticky významnému snížení prokrvení na 23,68 % původní hodnoty a současně k signifikantnímu zvýšení prokrvení o 3,67 % na končetině levé. Perfuze LHK stoupá i nadále až do 15. minuty, avšak tato změna nedosahuje statistické významnosti při hladině  $p = 0,05$ . Této nabývá až v 15. minutě, kdy prokrvení dosáhne 110,93 % původní hodnoty.

Perfuzí PHK vlivem flossingu klesá až do bodu (nejnižší prokrvení), po jeho sejmutí se tato upravuje a dokonce přesahuje vstupní úroveň.

V čase dvou minut (T2) ještě nedochází k normalizaci stavu, perfuze činí 82,37 %. Po pěti minutách (T5) již prokrvení přesahuje počáteční úroveň o 5,72 %. V desáté minutě (T10) činí  $TcpO_2$  112,68 % a v patnácté minutě (T15) 116,89 % původní hodnoty. Všechny tyto změny jsou statisticky velmi významné ( $p < 2e-16$ ).

Z výše uvedeného bychom chtěli upozornit zejména na následující. Obě HKK dosáhnou signifikantního zvýšení prokrvení. V případě LHK je tomu tak v čase nejnižšího prokrvení na PHK a po 15 minutách od naměření nejnižší hodnoty. Na PHK k tomu (vyjma tří probandů) dojde v čase T5.

Jedním z možných vysvětlení elevace perfuze LHK během aplikace flossingu na PHK by mohla být redistribuce krve. Po jeho sejmutí se pravděpodobně podílí zvýšení srdečního výdeje.

Vlivem flossingu klesá perfuze PHK na 6-23 mmHg, což v průměru činí 23,68 %. Při dlouhodobém snížení perfuze na takovou úroveň dochází dle literatury k nezvratné ischemizaci tkání vyžadující chirurgickou intervenci.

Jedním z udávaných mechanismů působení flossingu je „efekt houby“, což znamená, že po odstranění okluze dojde k rychlé elevaci perfuze. Tento princip naše práce nepotvrdila, jelikož doba deprese prokrvení k NN byla kratší než doba následné elevace. Čas elevace byl dokonce statisticky významně vyšší než čas deprese.

Je otázkou, jak se prokrvení chová v případě doplnění aplikací flossingu o cvičení.

## Použitá literatura

ABRAHAM, P., Y. GU, L. GUO, K. KROEGER, N. OUEDRAOGO, P. WENNBORG a S. HENNI. Clinical application of transcutaneous oxygen pressure measurements during exercise. *Atherosclerosis*. 2018, roč. 27, č. 6, s. 117-123. ISSN 0021-9150.

AHLHORN, A. a D. KRÄMER. *Flossing v terapii a tréninku*. Olomouc: Poznání, 2018. ISBN 978-80-87419-79-3.

AKBARI, A., H. MOODI, F. GHIASI, H. M. SAGHEB a H. RASHIDI. Effects of vacuum-compression therapy on healing of diabetic foot ulcers: Randomized controlled trial. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2007, roč. 44, č. 5, s. 631 - 636. ISSN 0748-7711.

BALÁŽ, D., A. KOMORNÍKOVÁ, P. SABAKA, L. GAŠPAR a A. DUKÁT. Význam transkutánného monitorovania tkanivového kyslíka u pacienta s diabetes mellitus s jeho komplikáciami. *Vnitřní lékařství*, 2015, roč. 61, č. 2, s. 106-113. ISSN 0042-773X.

BÉM, R., A. Jirkovská, M. Dubský, V. Fejfarová, V. Wosková a P. Fexová. Dlouhodobé zkušenosti s transkutánní oxymetrií. *Bulletin HPB: Odborná problematika z oblasti diagnostiky a léčby chirurgických onemocnění jater, žlučových cest a slinivky.*, 2008, roč. 16., č. 4., s. 75 - 80. ISSN 1210-6755.

BLAKE, D. F., D. A. YOUNG a L. H. BROWN. Transcutaneous oximetry: variability in normal values for the upper and lower limb. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*. 2018b, roč. 48, č. 1, s. 2-9. ISSN 22091491.

BLAKE, D. F., M. CROWE, D. LINDSAY, A. BROUFF, S. MITCHELL, N. W. POLLOCK. Comparison of tissue oxygenation achieved breathing oxygen from a demand valve with four different mask configurations. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*. 2018a, roč. 48, č. 4, s. 209-217. ISSN 18333516.

BOHLEN, J., M. ARSENAULT, B. DEANE, P. MILLER, M. GUADAGNO a D. A. DOBROSIELSKI. Effects of applying floss bands on regional blood flow. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings* [online]. 2014, roč. 9, č. 2, čl. 7. ISSN: 1939-795X. Dostupné z: <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol9/iss2/7>

BOWEN, M. D. Flossing or Alternative Interdental Aids? *The Journal of Dental Hygiene*. 2012, roč. 86, č. 2, s. 58 - 62. ISSN 1601-5029.

BROATCH, J. R., D. J. BISHOP, E. K. ZADOW a S. HALSON. Effects of Sports Compression Socks on Performance, Physiological, and Hematological Alterations After Long-Haul Air Travel in Elite Female Volleyballers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2019, roč. 33, č. 2, s. 492-501. ISSN 1064-8011.

BROPHY-WILLIAMS, N., M. W. DRILLER, C. M. KITIC, J. X. FELL a S. L. Halson. Effect of Compression Socks Worn Between Repeated Maximal Running Bouts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2017, roč. 12, č. 5, s. 621-627. ISSN 1555-0265.

BUCHE, A., J. PINOT, C. FOSTEL, A. MÉNÉTRIER, J. M. PIIRAINEN a A. GRÅSTÉN. Proportion de porteurs de la compression élastique selon le classement final des 4 dernières éditions de l'Ultra-Trail du Mont-Blanc. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*. 2018, roč. 33, č. 4, s. 253-257. ISSN 1610-0379.

CARLSON, S., G. RIFE a Z. WILLIAMS, 2019. Comparing the Effects of Tissue Flossing and Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization on Ankle Dorsiflexion. *The Research and Scholarship Symposium (2013-2019)* [online]. Dostupné z: [https://digitalcommons.cedarville.edu/research\\_scholarship\\_symposium/2019/poster\\_presentations/5](https://digitalcommons.cedarville.edu/research_scholarship_symposium/2019/poster_presentations/5)

DE GRAAFF, J. C., D. T. UBBINK, D. A. LEGEMATE, J. G. P. TIJSSEN a M. J. H. M. JACOBS. Evaluation of toe pressure and transcutaneous oxygen measurements in management of chronic critical leg ischemia: a diagnostic randomized clinical trial. *Journal of Vascular Surgery*. 2003, roč. 38, č. 3, s. 528-534. ISSN 07415214.

DENIZ, H. G., G. I. KINIKLI, S. ONAL, C. SEVINC, O. CAGLAR a I. YUKSEL. THU0727-HPR Comparison of kinesio tape application and manual lymphatic drainage on lower extremity oedema and functions after total knee arthroplasty. *BMJ Publishing Group Ltd and European League Against Rheumatism*. 2018, roč. 77, č. 6. 1791. ISSN 1939 - 61.

DRILLER, M. W. a R. G. OVERMAYER. The effects of tissue flossing on ankle range of motion and jump performance. *Physical Therapy in Sport*. 2017, roč. 25, č. 8, s. 20-24. ISSN 1466853X.

DRILLER, M., K. MACKAY, B. MILLS a F. TAVARES. Tissue flossing on ankle range of motion, jump and sprint performance: A follow-up study. *Physical Therapy in Sport*. 2017, roč. 28, č. 8, s. 29-33. ISSN 1466853X.

ELIŠKA, O., Z. NAVRÁTILOVÁ, M. WALD, K. BENDA, M. BENDOVIČ, J. CAGÁŠKOVÁ, H. HOUDOVIČ, J. KUBINYI, V. PAVLASOVÁ, V. SLONKOVÁ, R. VLASÁK a N. VOJÁČKOVÁ. *Lymfedém: diagnostika a léčba: výukový materiál České lymfologické společnosti ČLS JEP*. 1. vyd. Praha: AMCA, spol. s r.o., 2018. 171 stran. ISBN 978-808-8214-090.

ELIŠKA, Oldřich. *Lymfologie: teoretické základy a klinická praxe*. 1. vyd. Praha: Galén, 2018. 715 stran. ISBN 978-807-4923-876.

ENGEL, F. A., H-Ch HOLMBERG, B. SPERLICH, K. DAVIDS, J. M. PIIRAINEN a A. GRÅSTÉN. Is There Evidence that Runners can Benefit from Wearing Compression Clothing? *Sports Medicine*. 2016, roč. 46, č. 12, s. 1939-1952. ISSN 0112-1642.

FÖLDI, M., E. FÖLDI et al. *Lymfologie*. Praha: Grada, 2014. 698 s. ISBN 978-80-247-4300-4.

HASAN, H., K. DAVIDS, J. Y. CHOW a G. KERR. Changes in organisation of instep kicking as a function of wearing compression and textured materials. *European Journal of Sport Science*. 2017, roč. 17, č. 3, s. 294-302. ISSN 1746-1391.

HODEAUX, K. *Effect of Floss Bands on Elbow Range of Motion in Tennis Players*. [online]. Fayetteville, 2017, s. 27. Dostupné z: <http://scholarworks.uark.edu/etd/1948>. Diplomová práce na University of Arkansas. Vedoucí diplomové práce Dr. Steve Dittmore.

HRUBÁ, V., M. NAKLÁDALOVÁ a P. SMOLKOVÁ. Vakuum-kompresivní terapie z pohledu sestry. In: *XXX. Kongres pracovního lékařství s mezinárodní účastí*. 2011, s. 31. ISBN 978-80-7071-319-8.

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092442471931249X>

JAAKKOLA, T., V. LINNAMO, M. T. WOO, K. DAVIDS, J. M. PIIRAINEN a A. GRÅSTÉN. Effects of training on postural control and agility when wearing socks of different compression levels. *Biomedical Human Kinetics*. 2017, roč. 9, č. 1, s. 107-114. ISSN 2080-2234. 52

KAGE V. a G. GURAV. Effect of neural flossing technique on pain, cervical range of motion and functional ability in subjects with acute, sub-acute trapezititis: An experimental study. *International Journal of Applied Research*. 2017, roč. 3., č. 7, Part L, s. 818-822. ISSN 2394-7500.

KMIEC, M. M., H. HOU, M. LAKSHMI KUPPUSAMY, T. M. DREWS, A. M. PRABHAT, S. V. PETRYAKOV, E. DEMIDENKO, P. E. SCHANER, J. C. BUCKEY, A. BLANK a P. KUPPUSAMY. Transcutaneous oxygen measurement in humans using a paramagnetic skin adhesive film. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2018, roč. 81, č. 2, s. 781-794. ISSN 0740-3194.

KREUTZER, R., K. STECHMANN, H. EGGERS a B. C. KOLSTER. *Flossing: Wirksame hilfe bei scherzen und Verletzungen; effektive übungen zum Muskelaufbau*. 1. vyd. Berlin: KVD - Der Medzinverlag, 2016. ISBN 978-3-86867-316-6.

KRUSE, S. *Easy Flossing*. 1. vyd. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, 2018. ISBN 978-3-13240830-2.

KUMAR, B., A. DAS a R. ALAGIRUSAMY. Effect of material and structure of compression bandage on interface pressure variation over time. *Phlebology*. 2014, roč. 29, č. 6, s. 376-385. ISSN: 02683555.

LABROPOULOS, N., L. R. LEON, A. BHATTI, S. MELTON, S. S. KANG, A. M. MANSOUR a M. BORGE. Hemodynamic effects of intermittent pneumatic compression in patients with critical limb ischemia: Randomized controlled trial. *Journal of Vascular Surgery*. 2005, roč. 42, č. 4, 710-716. ISSN 07415214.

LABROPOULOS, N., L. R. LEON, A. BHATTI, S. MELTON, S. S. KANG, A. M. MANSOUR a M. BORGE. Hemodynamic effects of intermittent pneumatic compression in patients with critical limb ischemia: Randomized controlled trial. *Journal of Vascular Surgery*. 2005, roč. 42, č. 4, s. 710-716. ISSN 07415214.

LEENSTRA, B., J. WIJNAND, B. VERHOEVEN, O. KONING, M. TERAAS, M. C. VERHAAR a G. J. DE BORST. Applicability of Transcutaneous Oxygen Tension Measurement in the Assessment of Chronic Limb-Threatening Ischemia. *Angiology*. 2020, roč. 71, č. 3, s. 208-216. ISSN 0003-3197.

LIM, Ch.-J. a J.-W. PARK. Wearable transcutaneous oxygen sensor for health monitoring. *Sensors and Actuators A: Physical* [online]. 2019, roč. 298. ISSN 09244247. Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092442471931249X>

MANFREDINI, F., A. M. MALAGONI, M. FELISATTI, S. MANDINI, N. LAMBERTI, R. MANFREDINI, F. MASCOLI, N. BASAGLIA A P. ZAMBONI. Acute oxygenation changes on ischemic foot of a novel intermittent pneumatic compression device and of an existing sequential device in severe peripheral arterial disease: Randomized controlled trial. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2014, roč. 14, č. 1, s. 710-716. ISSN 1471-2261.

MARS, M., A. MCKUNE a J. V. ROBBS. Comparison of Laser Doppler Fluxmetry and Transcutaneous Oxygen Pressure Measurement in the Dysvascular Patient Requiring Amputation. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 1998, roč. 37, č. 16, s. 53-58. ISSN 1078-5884.

MILLS, B., B. MAYO, F. TAVARES a M. DRILLER. The Effect of Tissue Flossing on Ankle Range of Motion, Jump, and Sprint Performance in Elite Rugby Union Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2019, roč. 28, č. 9, s. 282-286. ISSN 1056-6716.

MIZUNO, S., M. ARAI, F. TODOKO, E. YAMADA a K. GOTO. Wearing Compression Tights on the Thigh during Prolonged Running Attenuated Exercise-Induced Increase in Muscle Damage Marker in Blood. *Frontiers in Physiology*. 2017, roč. 8, č. 3, s. 355-362. ISSN 1664-042X.

MÜLLER, M., K. KLINGBERG, M. M. WERTLI a H. CARREIRA. Manual lymphatic drainage and quality of life in patients with lymphoedema and mixed oedema: a systematic review of randomised controlled trials. *Quality of Life Research*. 2018, roč. 27, č. 6, s. 1403-1414. ISSN 0962-9343.

NAVRÁTILOVÁ, Z. Kompresivní terapie u žilních onemocnění. *Interní medicína pro praxi*. 2008, roč. 10, č. 10, s. 449-455. ISSN 1212-7299.

NAVRÁTILOVÁ, Z. Kompresivní terapie venózní a venolymfatické insuficience. *Referátový výběr z dermatovenerologie*. 2012, roč. 54, č. speciál 1, s. 60-64. ISSN 1213-0106.

NAVRÁTILOVÁ, Z., K. BENDA, O. ELIŠKA, H. HOUDOVÁ a R. VLASÁK. Zevní komprese v terapii lymfedému. Standard léčebného plánu. *Československá dermatologie*. 2012, roč. 87, č. 1, s. XXXIII-XXXVII. ISSN 0009-0514.

NGUYEN, Lan Thi Nhu, David EAGER, Hung NGUYEN, Christoph ELLENBERGER, Josef HAYOZ, Rogier C. J. DE JONGE, Irwin K. M. REISS a Peter M. SCHUMACHER. The relationship between compression garments and electrocardiogram signals during exercise and recovery phase. *BioMedical Engineering OnLine* [online]. 2019, roč. 18, č. 1. ISSN 1475-925X. Dostupné také z: <https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-019-0645-2>

NILSSON, L., J. APELQVIST a L. EDVINSSON. Effects of -Trinositol on Peripheral Circulation in Diabetic Patients with Critical Limb Ischaemia. A Pilot Study Using Laser Doppler Fluxmetry, Transcutaneous Oxygen Tension Measurements and Dynamic Capillaroscopy. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 1998, roč. 37, č. 15, s. 331-336. ISSN 1078-5884.

OCHIAI, M., H. KURATA, H. INOUE, M. ICHIYAMA, J. FUJIYOSHI, S. WATABE, T. HIROMA, T. NAKAMURA a S. OHGA. Transcutaneous blood gas monitoring among neonatal intensive care units in Japan. *Pediatrics International*. 2020, roč. 62, č. 2, s. 169-174. ISSN 1328-8067.

PARTSCH, H., R. DAMSTRA a G. MOSTRI. Dose finding o ran optimal compression pressure to reduce chronic edema of the extremities. *International Angiology*. 2011, roč. 30, č. 6, s. 527-533. ISSN 0392-9590. 151

PLOCKER, D., B. WAHLQUIST a B. DITTRICH. Effects of tissue flossing on upper extremity range of motion and power. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceeding*. [online]. 2015, roč. 12, č. 1, čl. 37. ISSN: 1939-795X. Dostupné z: <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol12/iss1/37>

PODĚBRADSKÝ, J. a R. PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.

Précise 8008 Gen.2: The practical complete system. In: *Medicap GmHb: For a quick and precise transcutaneous measurement of partial pressure of oxygen – TcpO<sub>2</sub> / TCOM* [online]. Ulrichstein, 2019, 2/2019 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z:



<https://www.medicap.de/english/homecare-products/new-pr%C3%A9cise-8008-gen-TcpO2/>.

PRILL, R., R. SCHULZ a S. MICHEL. Tissue flossing: a new short-term compression therapy for reducing exercise-induced delayed-onset muscle soreness. A randomized, controlled and double-blind pilot crossover trial. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2019, roč. 59, č. 5, s. 521-529. ISSN 00224707.

PRŮCHA, J., A. KLAPALOVÁ, V. VOLEJNÍK, J. TICHÁČEK a K. HÁNA. Studie typických změn periferní cirkulace při podávání procedur vakuově-kompresní terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2014, roč. 21, č. 1, s. 28-37. ISSN 1211-2658.

RABE, E., H. PARTSCH, J. HAFNER, CH. LATTIMER, G. MOSTI, M. NEUMANN, T. URBANEK, M. HUEBNER, S. GAILLARD a P. CARPENTIER. Indications for medical compression stockings in venous and lymphatic disorders: An evidence-based consensus statement. *Phlebology: The Journal of Venous Disease*. 2017, roč. 33, č. 3, s. 163-184. ISSN 0268-3555.

RAGG, J. Ch. Film compression bandage: a new modality to improve sclerotherapy of superficial varicosities. *Veins*. 2017, roč. 6, č. 1, s. 28-30. ISSN 22797483.

RAGUZZONI, M., F. CAMPA, S. SERVADEI, M. COORTESI, G. GATTA a A. PIRAS. Kann Kompressionsbekleidung im Schwimmsport zur schnelleren Regeneration (nach dem Wettkampf) beitragen? In: *ARENA compression* [online]. Tolentino, 2015 [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: [https://www.arenawaterinstinct.com/de\\_de/powerskin-compression/article/](https://www.arenawaterinstinct.com/de_de/powerskin-compression/article/)

RAY, S. A., T. M. BUCKENHAM, A. - M. BELLI, R. S. TAYLOR a J. A. DORMANDY. The Predictive Value of Laser Doppler Fluxmetry and Transcutaneous Oximetry for Clinical Outcome in Patients Undergoing Revascularisation for Severe Leg Ischaemia. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 1997, roč. 36, č. 13, s. 54-59. ISSN 1078-5884.

REICH-SCHUPKE, S., S. SURHOFF, M. STÜCKER, K. DAVIDS, J. M. PIIRAINEN a A. GRÅSTÉN. Pressure profiles of sport compression stockings. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*. 2016, roč. 14, č. 5, s. 495-506. ISSN 1610-0379.

RUBEN, D. R., K. R. HIRST, L. WITTNEBEL a R. WETTSTEIN. AARC Clinical Practice Guideline: Transcutaneous Monitoring of Carbon Dioxide and Oxygen: 2012. *Respiratory Care*. 2012, roč. 57, č. 11, s. 1955-1962. ISSN 0020-1324.

RUCKLEY, C. V., J. J. DALE, B. GIBSON, D. BROWN, A. J. LEE a R. J. PRESCOTT. Multi-layer compression: comparison of four different four-layer bandage systems applied to the leg. *Phlebology*. 2003, roč. 18, č. 3, s. 123-129. ISSN 02683555.

SCHUREN, J.. In vitro measurements of compression bandages and bandage systems: a review of existing methods and recommendations for improvement. *Veins*. 2014, roč. 3, č. 1, str. 29-35. ISSN 22797483.

SOUTHARD, V., J. DIFRANCISCO-DONOGHUE, J. MACKAY, S. IDJADI a N. WRING. The Effects of below Knee Compression Garments on Functional Performance in Individuals with Parkinson Disease. *International Journal of Health Sciences*. 2016, roč. 10, č. 3, s. 355-362. ISSN 16583639.

STON, R., J. ŠTUKAVEC a E. ŠILHOVÁ. Transkutánní oxymetrie a diabetická noha. *Medical Tribune*. 2011, roč. 7, č. 4, s. D2. ISSN 1214-8911.

SUTKOWSKA, E., L. R. LEON, A. BHATTI, S. MELTON, S. S. KANG, A. M. MANSOUR a M. BORGE. Usefulness of intermittent pneumatic compression in medicine: Randomized controlled trial. *Physiotherapy*. 2017, roč. 24, č. 2, s. 710-716. ISSN 2083-8204.

TICHÁČEK, J., V. ŠTVRTINOVÁ, A. GÚTH, K. HÁNA a J. PRŮCHA. Kvantifikace vlivu vakuově-kompresní terapie na přímé zvýšení dodávky kyslíku léčené končetině. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2013, roč. 20, č. 2., s. 95-108. ISSN 1211-2658.

VAILE, J., B. STEFANOVIC a Ch. D. ASKEW. Effect of lower limb compression on blood flow and performance in elite wheelchair rugby athletes. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2015, roč. 39 č. 2, s. 206-211. ISSN 1079-0268.

VAN DER WEGEN-FRANKEN, C. P. M., B. TANK, T. NIJSTEN a H. A. M. NEUMANN. Changes in the pressure and the dynamic stiffness index of medical elastic compression stockings after having been worn for eight hours: a pilot study. *Phlebology*. 2009, roč. 24, č. 1, s. 31-37. ISSN 02683555.

VAN WETERINGEN, W., T. G. GOOS, T. VAN ESSEN, CH. ELLENBERGER, J. HAYOZ, R. C. J. DE JONGE, I. K. M. REISS a P. M. SCHUMACHER. Novel

transcutaneous sensor combining optical  $TcpO_2$  and electrochemical  $tcPCO_2$  monitoring with reflectance pulse oximetry. *Medical & biological engineering & computing*. 2020, č. 58, s. 239–247. ISSN 0140-0118.

WU, S. C., R. T. CREWS, M. SKRATSKY, J. OVERSTREET, S. V. YALLA, M. WINDER, J. ORTIZ, CH. A. ANDERSEN. Control of lower extremity edema in patients with diabetes: double blind randomized controlled trial assessing the efficacy of mild compression diabetic socks. *Veins and Lymphatics*. 2017, roč. 6, č. 1, s. 1340-1346. ISSN 2279-7483.

XUE, M., D. WANG, Z. ZHANG, Z. CAO, Z. LUO, Y. ZHENG, J. LU, Q. ZHAO a X. D. ZHANG. Demonstrating the Potential of Using Transcutaneous Oxygen and Carbon Dioxide Tensions to Assess the Risk of Pressure Injuries. *International Journal of Biological Sciences*. 2018, roč. 14, č. 11, s. 1466-1471. ISSN 1449-2288.

ZADOW, E. K., M. J. ADAMS, S. S. X. WU, C. M. KITIC, I. SINGH, A. KUNDUR, N. BOST, A. N. B. JOHNSTON, J. CRILLY, A. C. BULMER, S. L. HALSON a J. W. FELL. Compression socks and the effects on coagulation and fibrinolytic activation during marathon running. *European Journal of Applied Physiology*. 2018, roč. 118, č. 10, s. 2171-2177. ISSN 1439-6319.

ZALESKI, A. L., K. D. BALLARD, L. S. PESCATELLO, G. A. PANZA, B. R. KUPCHAK, M. R. DADA, W. ROMAN, P. D. THOMPSON a B. A. TAYLOR. The effect of compression socks worn during a marathon on hemostatic balance. *The Physician and Sportsmedicine*. 2015, roč. 43, č. 4, s. 336-341. ISSN 0091-3847.

## **Přílohy**

### **Seznam příloh**

I Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS	69
II Informovaný souhlas	70
III Seznam tabulek	71
IV Seznam obrázků	71
V Seznam grafů	71

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešslavín

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Změna prokrvení svalu při kompresivní terapii

**Forma projektu:** Výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** únor 2019 – prosinec 2020

**Předkladatel:** Bc. et Mgr. Eliška Kuncová, UK FTVS katedra Fyzioterapie

**Hlavní řešitel:** Bc. et Mgr. Eliška Kuncová, UK FTVS katedra Fyzioterapie

**Místo výzkumu:** Katedra fyzioterapie UK FTVS

**Vedoucí práce:** Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

**Popis projektu:** Kvantitativní výzkum, kdy probandí budou absolvovat měření prokrvení tkání pomocí oxigenometru Precise 8008 při kompresivní terapii - flossing. Výzkum spočívá v krátkodobé aplikaci gumy pro flossing na ošetřovanou oblast a současně měření prokrvení tkání. Cílem práce je zjistit změnu prokrvení před, během a po aplikaci kompresivní terapie.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Předpokládaný počet účastníků je 80 osob ve věkovém rozmezí 18 - 35 let. Probandí budou vybráni mnou na základě splnění zdravotní způsobilosti ke kompresivní terapii, tu stvrdí svým podpisem před začátkem měření. Kontraindikace jsou otevřené rány, kožní onemocnění, fraktura a endoprotéza v oblasti P ramene, arteriální okluzivní onemocnění při kardiální insuficienci - př. trombóza, ateroskleróza, poruchu srážlivosti krve, bakteriální onemocnění osteoporóza, fibromyalgie, revmatické onemocnění, meziobratlové poškození disku, onkologické onemocnění a těhotenství.

**Zajištění bezpečnosti:** Všechny metody, které budou použity při praktické části diplomové práce, jsou neinvazivní. Bezpečnost probandů bude zajištěna přítomností řešitele a minimálně jedné další asistující osoby - Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. po celou dobu měření. Pro výzkum budou vybráni probandí bez zdravotního oslabení, které by mohly ohrozit bezpečnost provedení. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkumu se zúčastní pouze osoby starší 18 let. Získaná data budou zpracována a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie nebo videozáznamy. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

**Text informovaného souhlasu:** Přiložen

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 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.

Potvrzuji, 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: 25.2.2019

Podpis předkladatele: *Kuncová*

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

**Členové:** prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: *264/2018*

dne: *24. 2. 2019*

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

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

- 20 -  
razítko UK FTVS

*PPa*  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## 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 biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce na UK FTVS s názvem „Změna prokrvení při kompresivní terapii“, prováděném Katedra fyzioterapie UK FTVS.

Cílem diplomové práce je zjistit změny prokrvení při aplikaci kompresivní terapie, flossingu, pomocí oxigenometru Précise 8008. Pacient vyplní základní anamnestický dotazník. Všechny metody, které budou použity při praktické části diplomové práce, jsou neinvazivní. Bude monitorována hodnota prokrvení před, během a po aplikaci kompresivní terapie, flossingu. Předpokládaná délka vyšetření je 15 min.

Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Vaše bezpečnost bude zajištěna přítomností řešitele Bc. et Mgr. Elišky Kuncové a minimálně další jednou asistující osobou- Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. po celou dobu měření.

Projektu se můžete účastnit, nemáte-li zdravotní oslabení, které by mohly ohrozit bezpečnost provedení. Kontraindikace jsou otevřené rány, kožní onemocnění, fraktura a endoprotéza v oblasti P ramene, arteriální okluzivní onemocnění při kardiální insuficienci - př. trombóza, ateroskleróza, poruchu srážlivosti krve, bakteriální onemocnění osteoporóza, fibromyalgie, revmatické onemocnění, meziobratlové poškození disku, onkologické onemocnění a těhotenství.

Přínosem práce je zjištění změny prokrvení během a po aplikaci kompresivní terapie, flossing.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S výsledky výzkumu se můžete seznámit prostřednictvím diplomové práce, publikovaných článků nebo email adrese: kuncova.e@post.cz.

Získaná data budou zpracována a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie nebo videozáznamy.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu Bc. et Mgr. Eliška Kuncová

Podpis: .....

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení .....

Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím se svojí 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 mé 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.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

### **III Seznam tabulek**

Tabulka 1: Změna prokrvení v čase na PHK, kde byl aplikován flossing, a na LHK, kde aplikován nebyl.....	42
Tabulka 2. Poměrné vyjádření změny prokrvení na PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl.....	44
Tabulka 3 Čas a rychlost deprese prokrvení a následná elevace na původní hodnotu na PHK, kde byl aplikován flossing .....	51

### **III Seznam obrázků**

Obrázek 1: Pozice probanda v průběhu experimentu - ilustrační fotografie. ....	38
--	----

### **IV Seznam grafů**

Graf 1 Změna prokrvení jednoho proband na PHK, kde byl aplikován flossing, a LHK, kde aplikován nebyl.....	41
Graf 2 Průběh prokrvení na PHK, kde byl aplikovan flossing, a na LHK, kde aplikován nebyl (boxplot).....	43
Graf 3 Průběh změny prokrvení na PHK, kde byl aplikovan flossing, a na LHK, kde aplikován nebyl, při poměrném vyjádření (boxplot) .....	45