

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2021**

**Marek Miňha**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

**Marek Miňha**

Studijní obor: Fyzioterapie 5342R004

**VYUŽITÍ TECHNIK MOBILIZACE PERIFERNÍCH NERVŮ  
DLE BUTLERA VE FYZIOTERAPEUTICKÉ PRAXI**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Mgr. Štěpánka Rybová

PLZEŇ 2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Marek MIŇHA**  
Osobní číslo: **Z18B0194P**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Fyzioterapie**  
Téma práce: **Využití technik mobilizace periferních nervů dle Butlera ve fyzioterapeutické praxi.**  
Zadávací katedra: **Katedra rehabilitačních oborů**

### Zásady pro vypracování

- Vypracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
- Stanovit cíl kvalifikační práce
- Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
- Popsat metodiku praktické části
- Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
- Doržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
- Dodržet citační normu

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

#### Seznam doporučené literatury:

NEE, R.J., BUTLER D., Management of peripheral neuropathic pain: Integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. *Physical Therapy in Sport* 7, 2006.

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 9788024756363.

AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 6., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-433-4.

BUTLER, David S., With a contribution by Mark A. JONES a Artwork by Richard GORE. Mobilisation of the nervous system. Reprinted. Melbourne: Churchill Livingstone. ISBN 04-430-4400-7.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.

PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-802-4711-355

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Štěpánka Rybová**

Katedra rehabilitačních oborů

Datum zadání bakalářské práce:

**1. června 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**31. března 2021**

**PhDr. Lukáš Štich, MBA**  
děkan



**Mgr. et Mgr. Václav Beránek**  
vedoucí katedry

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. března 2021.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kajka', is written over a horizontal dotted line.

vlastnoruční podpis

## **Abstrakt**

Příjmení a jméno: Miňha Marek

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Využití technik mobilizace periferních nervů dle Butlera ve fyzioterapeutické praxi.

Vedoucí práce: Mgr. Štěpánka Rybová

Počet stran – číslované: 48

Počet stran – nečíslované: 22

Počet příloh: 10

Počet titulů použité literatury: 23

Klíčová slova: neurodynamika, Butler, senzitivní systém, periferní nerv, mobilizace nervu, dvoubodová diskriminace, taktilní cití, termické cití, svalová síly

### **Souhrn:**

Tato bakalářská práce je zaměřena na vliv mobilizace periferních nervů dle Butlera na senzitivitu a svalovou sílu. Teoretická část se zabývá anatomii a fyziologií nervového systému, senzitivními a motorickými drahami a konceptem neurodynamiky. V praktické části jsou zpracované dvě kazuistiky, kde jsme zkoumali vliv nervové mobilizace na několik modalit cití a svalovou sílu. Výzkumný soubor tvořili dvě osoby, muž a žena, s diagnostikovaným syndromem karpálního tunelu bilaterálně. Metodou sledování byli testy senzitivity a dynamometrické měření síly stisku. Stanovené hypotézy byly rozděleny na dvě oblasti, sledování krátkodobých a dlouhodobých účinků terapie. Výzkum u sledovaných zaznamenal nepravidelné zlepšení u senzitivity i síly s krátkodobým účinkem, zlepšení v ostatních oblastech nebylo zaznamenáno. Získaná data neumožňují vyvodit jednoznačné závěry o vlivu neurodynamických technik na senzitivitu ani na svalovou sílu.

## **Abstract**

Surname and name: Miňha Marek

Department: Department of rehabilitation science

Title of thesis: Peripheral nerve mobilization techniques according to Butler in physiotherapeutic practice.

Consultant: Mgr. Štěpánka Rybová

Number of pages – numbered: 48

Number of pages – unnumbered: 22

Number of appendices: 10

Number of literature items used: 23

Keywords: neurodynamic, Butler, peripheral nerve, nerve mobilization, sensitive system, two-point discrimination, tactile sensitivity, thermal sensitivity, muscle strength

### **Summary:**

This bachelor thesis is focused on the mobilization impact of peripheral nerves and their sensitivity and muscle strength written by Butler. Theoretical part is focused on anatomy and physiology of the nervous system, sensory and motor pathways and conception of neurodynamics. In the practical part I present two casuistries in which I surveyed the impact of nerves mobilization in several modalities of muscle strength and sensibility. Research sample formed two people, one man and one woman. Both diagnosed with carpal tunnel syndrome bilaterally. Subject matter was testing of sensibility and dynamometric measurement of handshake strength. Given hypothesis were divided in two parts which were then tracked for short-term and long-term therapy impact. There was irregular improvement of sensibility and strength in short-term impact and other improvements weren't noticed. In general conclusion acquired data can't provide clear results about the impact of neurodynamic techniques on sensibility or muscle strength.

## **Předmluva**

Téma Využití technik mobilizace periferních nervů dle Butlera ve fyzioterapeutické praxi je mi blízké, protože znám mnoho fyzioterapeutů, kteří si ve své praxi oblíbili jednu terapeutickou metodu, kterou léčí. Některé z těchto metod hlavně manuální terapie pracuje strukturálně selektivně. Taková specializace nemusí být na škodu, ale tělo musí být vnímáno stále jako celek. Je třeba být vnímavý a pozorný zejména při terapiích, kdy se stávající obtíže pacienta nezlepšují. V takovém případě by fyzioterapeut měl analyzovat, zda není porucha někde mimo pole, kterému je věnována pozornost. Často opomíjeným podsystémem při terapiích jsou právě nervy a jejich funkce pohybu. Z toho důvodu jsem si zvolil ke zpracování bakalářské práce toto téma.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Štěpánce Rybové za její rady a čas, který mi věnovala při řešení dané problematiky. Zároveň bych rád poděkoval Mgr. Lukáši Rybovi za poskytnutí užitečných odborných publikací. V poslední řadě děkuji probandům za ochotu a spolupráci při tvorbě mé bakalářské práce.



# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	12
SEZNAM TABULEK .....	13
SEZNAM ZKRATEK .....	14
ÚVOD.....	15
1 NERVOVÁ SOUSTAVA .....	16
1.1 Centrální nervová soustava .....	16
1.2 Periferní nervová soustava.....	16
1.2.1 Neuron .....	16
1.2.2 Synapse.....	17
1.3 Míšní nervy .....	17
1.4 Fascikulární uspořádání nervu .....	18
1.5 Pojivové tkáně periferní nervové soustavy.....	19
1.5.1 Endoneurium .....	19
1.5.2 Perineurium .....	19
1.5.3 Epineurium .....	19
1.5.4 Mesoneurium .....	20
1.6 Vasa nervorum .....	20
1.6.1 Původ tepen .....	20
1.7 Cévní ochranné mechanismy .....	21
1.7.1 Arteriální anastomóza.....	21
1.7.2 Žilní ventil .....	22
1.8 Anterográdní a retrográdní transport .....	22
1.9 Nervi nervorum.....	23
2 SENZITIVNÍ A MOTORICKÉ NERVOVÉ DRÁHY .....	24
2.1 Senzitivní systém .....	24
2.1.1 Mechanocepce .....	24
2.1.2 Termocepce .....	25
2.1.3 Nocicepce .....	25
2.2 Systém senzitivních drah .....	25
2.2.1 Lemniskální systém .....	26
2.2.2 Anterolaterální systém.....	26
2.3 Poruchy cití.....	27
2.4 Senzitivní vyšetření.....	28
2.5 Motorický systém .....	28
2.5.1 Kortikospinální dráha .....	29

3	KONCEPT NEURODYNAMIKY .....	30
3.1	Historie vzniku.....	30
3.2	Biomechanické vlastnosti nervu .....	31
3.2.1	Mechanické rozhraní .....	31
3.2.2	Neurální rozhraní.....	31
3.3	Primární mechanické funkce nervové soustavy.....	32
3.3.1	Tension .....	32
3.3.2	Sliding.....	32
3.3.3	Komprese.....	34
3.3.4	Konvergence.....	34
3.4	Intraneurální tlak.....	34
3.4.1	Patologické mechanismy při změně tlakových poměrů .....	35
3.5	Techniky neurodynamiky dle Butlera.....	35
3.5.1	Pasivní techniky neurodynamiky .....	35
3.5.2	Aktivní techniky neurodynamiky .....	37
4	CÍLE A HYPOTÉZY .....	39
4.1	Cíl práce.....	39
4.2	Hypotézy.....	39
5	METODIKA .....	40
5.1	Charakteristika výzkumného vzorku .....	40
5.2	Postup vyšetření .....	40
5.3	Použité vyšetřovací metody .....	41
5.3.1	Vyšetření diskriminačního čítí .....	41
5.3.2	Vyšetření taktilního čítí .....	42
5.3.3	Vyšetření termického čítí.....	42
5.3.4	Vyšetření svalové síly.....	43
5.4	Kazuistiky .....	43
5.4.1	Kazuistika 1 .....	43
5.4.2	Průběh fyzioterapie u pacienta č. 1 .....	44
5.4.3	Vyšetření pacienta č. 1.....	45
5.4.4	Kazuistika 2 .....	47
5.4.5	Průběh fyzioterapie u pacienta č. 2.....	47
5.4.6	Vyšetření pacienta č. 2.....	49
6	VÝSLEDKY .....	51
6.1	Výsledky pro HP1 .....	51
6.2	Výsledky pro HP2.....	53
6.3	Výsledky pro HP3.....	54

6.4	Výsledky pro HP4.....	56
7	DISKUZE .....	59
	ZÁVĚR.....	63
	SEZNAM LITERATURY.....	64
	PŘÍLOHY .....	67

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 ULNT1- výchozí a konečná pozice .....	67
Obrázek 2 ULNT2 - výchozí a konečná pozice .....	67
Obrázek 3 Technika „tensioner“ v pozici ULNT1 .....	68
Obrázek 4 Technika „slider“ v pozici ULNT2 .....	68
Obrázek 5 Technika „slider“ v pozici ULNT1 .....	68
Obrázek 6 „Sawatdika“ .....	68
Obrázek 7 „finger stretch“, „wrist stretch“ .....	68
Obrázek 8 „No more dishies“ .....	68
Obrázek 9 „Look at your hands“ .....	68
Obrázek 10 „Wall stretch“ .....	68

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vyšetření diskriminačního čítí u pacienta č. 1 .....	45
Tabulka 2 Vyšetření taktilního čítí u pacienta č. 1 .....	45
Tabulka 3 Vyšetření termického čítí u pacienta č. 1 .....	46
Tabulka 4 Vyšetření svalové síly u pacienta č. 1 .....	46
Tabulka 5 Konečné vyšetření u pacienta č. 1 po 4 týdnech terapie.....	46
Tabulka 6 Vyšetření diskriminačního čítí u pacienta č. 2 .....	49
Tabulka 7 Vyšetření taktilního čítí u pacienta č. 2 .....	49
Tabulka 8 Vyšetření termického čítí u pacienta č. 2 .....	50
Tabulka 9 Vyšetření svalové síly u pacienta č. 2 .....	50
Tabulka 10 Konečné vyšetření u pacienta č. 2 po 4 týdnech terapie.....	50
Tabulka 11 Vyšetření diskriminačního čítí v krátkodobém horizontu .....	51
Tabulka 12 Vyšetření diskriminačního čítí v dlouhodobém horizontu .....	52
Tabulka 13 Vyšetření taktilního čítí v krátkodobém horizontu.....	53
Tabulka 14 Vyšetření taktilního čítí v dlouhodobém horizontu.....	54
Tabulka 15 Vyšetření termického čítí v krátkodobém horizontu .....	55
Tabulka 16 Vyšetření termického čítí v dlouhodobém horizontu .....	56
Tabulka 17 Vyšetření svalové síly v krátkodobém horizontu .....	56
Tabulka 18 Vyšetření svalové síly v dlouhodobém horizontu .....	57

## **SEZNAM ZKRATEK**

CNS = Centrální nervová soustava

DK = Dolní končetina

FA = Farmakologická anamnéza

GA = Gynekologická anamnéza

HK = Horní končetina

HKK = Horní končetiny

mm = milimetr

n. = nervus

NO = Nynější

OA = Osobní anamnéza

OSVČ = Osoba samostatně výdělečně činná

PNS = Periferní nervová soustava

pozn. = poznámka

RA = Rodinná anamnéza

SA = Sociální anamnéza

SKT = Syndrom karpálního tunelu

tj. = to jest

tzn. = to znamená

## ÚVOD

Pohybový systém je termín, na který se dá pohlížet z mnoha různých úhlů pohledu, můžeme ho rozdělovat, kategorizovat, klasifikovat či rozčleňovat. Pohybový systém se může rozdělovat například z hlediska teleologického na systém posturální, lokomoční, motorický, dechový atd. Úplně jiné dělení je podle struktury tkání, zde se odlišuje systém kostí, kloubů, ligament nebo například svalů. Ale nezáleží na tom, na jak malé podsystémy pohybový systém rozdělíme, protože vždy bude jedním celkem, kde se všechny části systému navzájem ovlivňují. (Poděbradská, 2018)

Jedním z podsystémů je musculoskeletární soustava, která je složena ze systému svalů vykonávající pohyb a kostí, šlach, vazů a kloubů starajících se o oporu těla. David S. Butler, ale i jiní autoři zabývající se problematikou neurodynamiky rádi rozšiřují definici pohybového systému o důležitou nervovou komponentu na systém neuromusculoskeletární. Jednou z forem fyzioterapie je manuální terapie, která je ve světě velice rozšířena a je uznávanou metodou pro léčbu musculoskeletárních poruch. Některé terapeutické postupy manuální terapie pracují „strukturálně selektivně“, tj. se zaměřením pouze na svaly či třeba fascie. Butler (1991) říká, že při jakékoliv neuro-ortopedické poruše není možné zapojit pouze jednu strukturu, tak by ani terapie neměla být založena na léčbě jediné struktury. Jen těžko předpokládat, že jednostrukturální přístup bude ten optimální, daleko výhodnější je model, který uznává jako ohnisko společnou strukturu a nervový systém do tohoto modelu jistě patří. Nervy budou ať přímo nebo nepřímo hrát vždy svou roli v pacientových problémech.

Nervová soustava a její řídicí funkce je dnes známá i široké veřejnosti, ale i mezi odborníky je často opomíjena jiná z jejích funkcí, a tou je dynamika. Pohyb nervové soustavy má vliv na fyziologii nervu, když je narušen pohyb, bude úměrně tomu narušena i fyziologie. D. S. Butler, J. P. Barral, M. Shaclock a další autoři se shodují v názoru, že poruchy dynamiky nervu a tedy i jeho potofyziologii lze odstranit pomocí mobilizace periferních nervů. Těmto specifickým mobilizačním technikám se věnuje koncept neurodynamiky, který v České republice zatím nemá velikou pozornost. Na vině může být absence odborných textů v českém jazyce.

# 1 NERVOVÁ SOUSTAVA

Nervová soustava je souborem nervů sloužících k přenosu podnětů působících na organismus zevně i zevně, jehož základním stavebním kamenem je nervová buňka neboli neuron. Soustava tak zajišťuje tři základní funkce: přijímání informace, zpracovávání a reakci na danou informaci. Nervová soustava řídí organismus jako celek, činí tak vědomě i nevědomě. Dále ji můžeme rozdělit na centrální nervovou soustavu, jinak také CNS, a periferní nervovou soustavu, jinak také PNS. (Čihák, 2004)

## 1.1 Centrální nervová soustava

CNS je tvořena dvěma základními pilíři, mozkem a míchou, které jsou umístěné v lebce a páteřním kanálu. (Čihák, 2004)

## 1.2 Periferní nervová soustava

Jako PNS můžeme označit všechny nervy, které se nalézají mimo centrální nervovou soustavu. PNS připojuje veškeré tkáně a orgány našeho těla k centrálnímu nervovému systému. Anatomicky a funkčně můžeme PNS dělit do dvou velkých skupin. První z nich tvoří nervy mozkomíšní, které zajišťují spojení CNS s vnitřním a vnějším prostředím. Řadíme k nim 12 párů hlavových nervů a 31 párů nervů míšních. Druhou skupinou jsou tzv. nervy autonomní, které nejsou závislé na našem vědomém úsilí. Ty mají důležitou roli na viscerální úrovni, ovlivňují tedy chod vnitřních orgánů, cév i žláz. (Čihák, 2004)

### 1.2.1 Neuron

Neuron neboli nervová buňka je základní stavební jednotkou nervového systému. Její funkcí je přijímat, vést a předávat informace v podobě vzruchových aktivit. (Mourek, 2005) Nervové buňky jsou rozmanité jak tvarem, tak velikostí. Každá z nich se skládá z těla a výběžků. Výběžky lze dále dělit podle směru vedení vzruchu na dendrity, které vedou vzruchy dostředivě a dlouhý axon, který vzruch vede odstředivě. (Elišková, Naňka, 2007) Z toho vyplývá, že neuron je schopen přijímat vzruchové aktivity pomocí dendritů a předávat pomocí axonu. Axon vychází z místa označovaného jako axonový hrbol a je zpravidla obalen myelinovou pochvou, která má velký význam pro přenos informace. (Mourek, 2005)



## 1.2.2 Synapse

Synapse je kontakt dvou buněk, přičemž alespoň jedna z nich musí být buňka nervová. Pomocí synapsí je umožněn přenos informace z buňky na buňku, který je vždy možný jen jedním směrem. Podle typu spojení rozeznáváme synapse axo-somatické (spojení axonu a těla jiného neuronu), axo-dendritické (spojení axonu a dendritu jiného neuronu) a axo-axonální (spojení axonů dvou neuronů). (Mourek, 2005) Speciálním typem synapse je pak spojení nervového vlákna s motorickou ploténkou kosterního svalu, synapse mezi nervovým vláknem a hladkou viscerální svalovinou nebo endokrinní či exokrinní žlázou. (Elišková, Naňka, 2006) Na synapsích je přenos informace umožněn za předpokladu vzniku depolarizačního impulzu, který uvolní v presynaptické membráně neurotransmitery, které se naváží na specifické receptory membrány postsynaptické. Tato akce vyvolá depolarizaci a informace se může šířit dál. (Mourek, 2005)

## 1.3 Míšní nervy

Míšní nervy zajišťují motorické a senzitivní funkce organismu. Dohromady existuje 31 párů míšních nervů, přičemž je 8 z nich krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 1 kokcygeální. Různé míšní nervy se liší v průměru, nejsilnější z nich vedou ke končetinám. Z dolní krční páteře (C4-C8) inervují končetiny horní, z bederní a křížové páteře (L1-S2) naopak končetiny dolní. (Čihák, 2004)

Každý míšní nerv je nervem smíšeným, který vzniká spojením odstředivých (motorických) vláken a dostředivých (senzitivních) vláken. Odstředivé (eferentní) vlákna začínající v motoneuronech předních rohů, z nichž vystupují jako axony předními míšními kořeny skrz foramen intervertebrale. Naopak tomu, vlákna dostředivá (aferentní) začínají v periférii jako takzvané receptory. V receptorech se mění zachycené podněty jak z vnitřního, tak vnějšího prostředí na informace, které jsou vedeny periferním nervem do spinálního ganglia a odtud jejich axonem do zadního rohu míchy, kde jsou přijímány. Motorická i senzitivní vlákna se sbíhají do foramen intervertebrale, kde se spojují v jeden míšní nerv. (Čihák, 2004)

Nervová vlákna probíhající organismem se po výstupu z páteře obalují Schwannovými buňkami, které na povrchu nervu vytvářejí vrstvu, která se označuje jako myelinová pochva. Schwannovy buňky hrají nezastupitelnou roli při myelinizaci nervového vlákna a při jeho regeneraci. Dále pak mají své uplatnění při přenosu signálu z

nervu do svalu, kdy se na nervosvalové ploténce nacházejí modifikáty těchto buněk. (Čihák, 2004)

Myelinová pochva vytváří izolační obal spirálovité struktury okolo axonu, avšak ne po celé jeho délce. V počátečním a někdy i koncovém úseku chybí. Jedna z funkcí myelinové pochvy je urychlení vedení nervových impulzů, nemyelizovaná vlákna vedou impulz pomaleji. Myelinový obal není kontinuální struktura, ale obsahuje rozštěpy sahající až k axonu, které se označují jako Ranvierovy zářezy. Ty se vyskytují v oblasti, kde se setkávají dvě Schwannovy buňky. Celý tento systém obalů a zářezů vede k urychlení vedení vzruchu až 10x rychleji, než u vláken nemyelizovaných. (Barral, Croibier, 2007; Rigoard, 2017)

#### **1.4 Fascikulární uspořádání nervu**

Existují dva hlavní druhy tkání tvořících nervový systém. Prvním typem tkáně jsou buňky zodpovědné za vedení impulzu, druhým typem tkáně jsou buňky spojované s podporou a ochranou buněk typu prvního. Příkladem prvních jsou neurony a myelinová pochva tvořena Schwannovými buňkami, příkladem typu druhého jsou pojivové tkáně. Tyto dvě složky spolu mají velice intimní vztah, který umožňuje nepřerušené vedení nervových impulzů i během pohybu lidského těla. Periferní nervový systém vyžaduje více adaptačních mechanismů než CNS, kterými zajišťuje nepřerušené vedení nervových vzruchů bez závislosti na aktuální poloze lidského těla. (Barral, Croibier, 2007)

Jednotlivá nervová vlákna mají obal zvaný endoneurium, který je tvořený vazivem obsahující převážně kolagen. Tato vlákna, tedy axony nervových buněk, vytvářejí v periferních nervech svazky označované jako fascikuly, které jsou obaleny vlastním vazivovým obalem označovaným jako perineurium. Spojením většího počtu fascikulů pak vzniká vlastní periferní nerv s nejzevnějším vazivovým obalem, epineuriem. (Ambler, 2013)

Struktura jednotlivých periferních nervů není jednotná, ale liší se vnitřním uspořádáním fascikulů. Dle tohoto uspořádání můžeme rozdělit nervy na monofascikulární, oligofascikulární a polyfascikulární. Obecně by se dalo říci, že proximálněji (paže, stehno) se nacházejí nervy s větším počtem fascikulů, tedy polyfascikulární, zatímco u distálních oblastí více v periférii se počet fascikulů zmenšuje a uplatňuje se uspořádání oligofascikulární až monofascikulární. Fascikulární uspořádání má velký význam při lokalizaci lézí periferních nervů. Léze postihují vždy určitý počet

fascikulů v nervu, přičemž léze proximálněji ovlivní větší počet segmentů nacházejících se pod úrovní léze. (Ambler, 2013)

## **1.5 Pojivové tkáně periferní nervové soustavy**

Nervová vlákna neexistují pouze samostatně, ale nacházejí se ve fascikulech. Tyto jednotlivé svazky jsou dobře zabudované do pojivové tkáně, která tak tvoří podstatnou část nervu. Z topografického a anatomického hlediska lze pojiva v periferní nervové soustavě rozdělit na endoneurium, perineurium a epineurium. (Barral, Croibier, 2007)

### **1.5.1 Endoneurium**

Je řídké vazivo, které navazuje na bazální membránu Schwannových buněk nervového vlákna. Je tvořeno zploštělými fibroblasty a kolagenními fibrily uspořádanými v podélném směru celého fascikulu. Trubkovitá struktura endoneuria slouží k výživě nervových vláken a k udržování stálého mírného přetlaku v endoneurálním prostoru, který nervová vlákna obklopuje. Hraje pak významnou roli v ochraně nervových vláken před tahem, čemuž napomáhá jeho podélné orientování kolagenu. Větší podíl endoneuria mají nervy blíže k povrchu, například nervy kůže, kde chrání nerv před větším mechanickým zatížením. (Barral, Croibier, 2007; Butler, 1991)

### **1.5.2 Perineurium**

Perineurium je vícevrstvý obal fascikulu, který tvoří uzavřený endoneurální prostor. Jeho vnější plášť je tvořen soustřednými vrstvami pojivové tkáně a silnými kolagenními vlákny uspořádanými v podélném a prstencovém směru. Perineurium také funguje jako difuzní bariéra, která zachovává stálost intrafascikulárního prostředí a chrání fascikuly před mechanickými vlivy. (Lüllmann-Rauch, 2012; Barral, Croibier, 2007)

V perineuriu můžeme odlišit jeho dvě části. První z nich je pars fibrosa, která je zevně s převahou kolagenu a vnitřní pars epitheloidea s lamelovou strukturou tvořenou epitheloidními buňkami. Tento typ perineálních buněk je považován za modifikaci fibroblastů. (Ambler, 2013)

### **1.5.3 Epineurium**

Je pokračováním tvrdé pleny mozkové v CNS. Má podobnou kolagenní strukturu, jako ostatní pojivové tkáně v PNS, ale navíc obsahuje tukové buňky. Je to nejzevnější obal, který uzavírá jednotlivé fascikuly do periferního nervu. Jako v předchozích případech jsou epineurální kolagenní vlákna orientována převážně podélně a zajišťují mechanickou pevnost periferního nervu. Epineurium do periferního nervu přivádí krevní a lymfatické

cévy (vasa nervorum), které zajišťují výživu nervu, a integruje jej do svého okolí, především do perineuria. Epineurium se u jednotlivých nervů a v jeho částech liší, je vyšší v místech s většími nároky na rozsah pohybu a na mechanické zatížení, jako jsou klouby nebo úžinové prostory. Periferní nervy mají vždy větší pohybovou rezervu než ostatní tkáň v jejich okolí. (Butler, 1991; Barral, Croibier, 2007)

#### **1.5.4 Mesoneurium**

Je volná pojivová tkáň zevně obklopující periferní nervy, která umožňuje klouzavé pohyby nervu oproti okolním strukturám a také jím přichází cévní zásobení z okolí. Periferní nerv neprovádí pohyby pouze ve směru podélném, ale musí se pohybovat i do směru bočního. Na mesoneurium můžeme nahlížet i jako na nervovou fascii, která umožňuje nervu boční skluz v závislosti na směru tlaku, ale aby mohl nerv opravdu klouzat bočně, musí být dostatečné ukotvení mezi nervem a mesoneuriem i mezi mesoneuriem a okolní tkání. (Barral, Croibier, 2007; Butler, 1991)

### **1.6 Vasa nervorum**

Celý nervový systém spotřebovává okolo 20% dostupného kyslíku. Nervové buňky jsou obzvláště citlivé i na malou změnu průtoku krve, proto je nepřerušovaný vaskulární přísun nezbytný pro správný metabolismus neuronů, a tak i pro normální funkci nervové tkáň. Prívod krve musí být zajištěn tak, aby nebyl omezen nebo přerušen v jakékoliv statické či dynamické poloze lidského těla. Krev dodává neuronu potřebnou energii pro vedení impulzů, ale je také důležitá pro intracelulární pohyb cytoplasmy nervové buňky. (Butler, 1991)

#### **1.6.1 Původ tepen**

Většina tepen, větvičích se k nervům, pochází z kmenů cév nacházejících se poblíž. Pokud je nerv součástí nervově-cévního svazku, tak cévní zásobení vzniká přímo v hlavní tepně. Výživové tepny pronikají k nervu v nepravidelných intervalech a místech, kde dochází k minimálnímu nebo žádnému pohybu nervu vůči okolním tkáním. (Butler, 1991) Po průchodu mesoneuriem se zakřívují a vinou takovým způsobem, aby nervu umožnily co největší možnou pohyblivost, proto se před průnikem do epineuria rozvětvují jednotlivých cév značně liší svým průběhem. Zásobovací tepna může běžet s nervem paralelně, příčně, šikmo, sestupně i vzestupně. Epineurální tepny tvoří rozšířenou síť, přičemž nejmenší tepny pronikají přes perieurium až do endoneuria, kde tvoří kapilární síť fascikulů. Množství tepen v nervu není konstantní, dokonce není ani úměrné tloušťce nervu. Jejich

počet závisí čistě na cévním zásobení jejich okolí, čili v dobře cirkulované oblasti, jako kloubní pouzdra nebo kůže, budou mít i bohatší vasa nervorum. (Barral, Croibier, 2007)

V jednotlivých částech těla je zásobení krví zajištěno tak, že při poruše některé z vyživovacích tepen dokáže vnitřní vaskulární systém nervu poskytnout dostatek krve k zajištění normální funkce nervu. Vnitřní vaskulární systém je rozsáhlý a spojuje endoneurium, perineurium a epineurium, pouze však jen ty nejmenší kapiláry dokáží prostoupit do endoneurálního prostoru. Intraneurální krevní cévy mají vlastní sympatické nervové zásobení, které vychází z nervového kmene, který právě daná céva zásobuje krví. Toto nervové zásobení umožňuje nastavit ideální množství krve pro správnou nervovou činnost. (Butler, 1991)

## **1.7 Cévní ochranné mechanismy**

Nervový systém reaguje i na sebemenší výkyvy dodávky kyslíku cévním systémem nervu. Tato citlivost na kyslík nervových buněk je oproti ostatním tělesným tkáním zdaleka nejvyšší, a aby nedocházelo ke zmíněným odchýlkám v dodávkách a tím i k nepřerušené inervaci, periferní nervy disponují mnoha adaptačními a ochrannými mechanismy. (Dierlmeier, 2018)

### **1.7.1 Arteriální anastomóza**

Krevní tepny, které mají co dočinění s výživou periferních nervů, můžeme obecně dělit na dva typy. Prvním typem jsou tepny extraneurální, které mají svůj průběh podél periferního nervu. Tento typ tepen často nese stejný název, jako nerv samotný. Druhým typem jsou tepny intraneurální, které jak název napovídá, mají svůj průběh přímo v nervu. Tepny extraneurální a intraneurální jsou k sobě rovnoběžné a existují mezi nimi fyzická propojení, které nazýváme T-anastomózy. Ty jsou typické svým vlnovitým nebo spirálovitým průběhem. Jejich funkcí je rychlé převedení krve v okamžiku, že některá z tepen byla zablokována a není tudíž schopna dostatečného krevního zásobení. Tento stav může být vyvolán například protažením nervu, kdy dojde k zúžení jak extraneurálních, tak intraneurálních tepen, ale zároveň k rozšíření právě propojujících tepen (T-anastomóz). Opačný jev nastává při nervovém zkrácení, kdy se T-anastomózy zužují, ale extraneurální a intraneurální cévy rozšiřují. Tento mechanismus umožňuje zkracování a prodlužování nervu, aniž by docházelo k okamžitému zhoršování prokrvení. Je ale nutno mít na paměti, že natahování nervu je stav nežádoucí a při prodloužení přibližně o 15 % průtok krve úplně ustane. (Dierlmeier, 2018)

### 1.7.2 Žilní ventil

Žíly odvádějící krev z nervu jsou také vybavené anastomózami, tentokrát ale ve tvaru šikmého T. Tento šikmý průběh má za následek uzavření cévy při vnější kompresi nebo při vnitřním městnání. Tato funkce má své využití v případě, že nerv probíhá infikovanou oblastí, kde se tím zabrání průniku nežádoucích látek, například toxinů, do nervového systému. Tento ochranný mechanismus má ovšem svá úskalí, která se projeví právě při kompresi na nerv, například v úžinovém prostoru. Jelikož je tlak ve venolách menší než v arteriolách, při kompresi krev do nervu může vtékat, ale nemůže odtékat. Toto vede ke shromažďování krve v nervu, zvyšování intraneurálního tlaku a nakonec i k úplné ischemii. (Dierlmeier, 2018)

## 1.8 Anterográdní a retrográdní transport

Kromě všech tepen a žil existují v tkáních nervového systému ještě specifické cesty pro transport transmiterů, enzymů a glykoproteinů. Tento systém nacházející se přímo v nervu, funguje na základě neurotubulů, kterými látky oboustranně putují, čili jak směrem z buněčných těl do periferie (anterográdní transport), tak směrem z periferie do buněčného těla (retrográdní transport). Pokud jde o transport anterográdní, jeho rychlost přenosu se pohybuje v rozmezí 4 – 400 mm za den, záleží na velikosti molekul přenášených látek. Vyšší rychlost přenosu mají enzymy a glykoproteiny, naopak rychlost nižší mají látky nutné pro udržování struktury a regeneraci axonů a synapsí. Co se týče transportu retrográdního, literatura uvádí velmi rozdílné rychlosti v rozmezí 1 – 3000 mm za den. Retrográdní transport má důležitou úlohu v předávání informací nervové buňce a stavu jejího axonu a synapsí. Tyto informace nemají žádný elektrický potenciál, jedná se čistě o informaci chemické povahy. (Dierlmeier, 2018)

Oba tyto procesy potřebují ke svému správnému fungování relativně velké množství energie, a proto jsou závislé na dobrém prokrvení nervu. Jejich význam je zásadní při sdělování informací o situaci na periférii nervové buňce. Velkou nevýhodou obzvláště retrográdního transportu je právě jeho rychlost. Při úvaze poškození nervu na periférii, vzdáleného od nervové buňky 1 metr a rychlosti přenosu chemické informace 1 milimetr za den bude trvat 100 dní, než bude buňka adekvátně reagovat a pošle na místo poškození anterográdním transportem zvýšené množství stavebních látek. Tento složitý proces může být vysvětlením, proč se pro regeneraci nervů odhaduje tak dlouhá doba. (Dierlmeier, 2018)

Jak bylo řečeno, transportní systémy jsou závislé na prokrvení nervu, tak i na větším množství energie a jelikož mobilizace periferních nervů velkou měrou přispívá ke zlepšení prokrvení, tak tedy i k rychlejší regeneraci nervů. (Dierlmeier, 2018)

## **1.9 Nervi nervorum**

Pojivové tkáně periferních nervů, nervové kořeny i autonomní nervový systém mají svou vnitřní inervaci, označovanou jako nervi nervorum, vycházející z místního axonálního větvení. Existují ale také nervy pro nervy zevního původu, které mají svůj původ z blízkého nervového plexu. Tyto nervy nervů a jejich volná nervová zakončení byly upozorovány v epineuriu, perineuriu i endoneuriu. (Barral, Croibier, 2007)

Zatím můžeme jen předpokládat, že volná zakončení nervi nervorum jsou neciceptivní. Bolest z místního tlaku na nerv by se v takovém případě příkládala za vinu právě nervi nervorum, ale zdá se být logické, že větší bolest by vyvolalo protažení segmentu periferního nervu spíše než jeho komprese. Pro vysvětlení a správné chápání fyziologie nervi nervorum a jeho role v bolestivých stavech je nezbytná další studie. (Bove, Light, 1997; Barral, Croibier, 2007)

Všechny pojivové tkáně periferní nervové soustavy, cévy epineuria perineuria a endoneuria jsou sympaticky inervovány. To pomáhá udržovat konstantní cévní zásobení nervu. Není pochyb o tom, že toto inervování je vnímáno jako dokonale fungující ochranný mechanismus nervového systému a jeho signály mohou varovat mozek před nebezpečím. Spouštěčem těchto impulsů by mohla být mechanicko-funkční nebo chemicko-fyzikální dysfunkce nervového vedení. (Bove, Light, 1997; Barral, Croibier, 2007)

## 2 SENZITIVNÍ A MOTORICKÉ NERVOVÉ DRÁHY

### 2.1 Senzitivní systém

Motorické i senzitivní dráhy spolu velmi úzce spolupracují a jejich souhra je předpokladem kvalitně provedeného cíleného pohybu. Receptory senzitivního systému jsou rozmístěny v různé koncentraci v kůži, ale i v dalších tkáních lidského těla a zabezpečují dostatek informací z vnitřního i zevního prostředí zpracovávaných v nadřazených oblastech CNS. (Kolář, 2009; Petřek, 2019)

Senzitivní nervový systém je zodpovědný za přijímání a vedení ascendentních vzruchů z nervových receptorů periferních nervů. Tyto dráhy vždy začínají receptorem v kůži, svalu nebo šlaše a cílem jejich vzruchů je centrální nervová soustava. Senzitivní dráhy vedou čítí různých kvalit a i podle nich ho můžeme rozdělit na čítí povrchové (exterocepce) a čítí hluboké (propriocepce). Povrchové čítí zprostředkovává kvality jako je čítí taktilní (rozlišovací), tlak, tah, chlad, teplo a bolest. Hluboké čítí (propriocepce) slouží pro vnímání vibrací a dokáže zachytit změny v pohybu a poloze částí lidského těla (polohocit, pohybovit). Systém povrchové kožní citlivosti rozdělujeme podle jeho modalit dále na mechanocepce, termocepce a nocicepce. (Čihák, 2004; Ambler, 2013; Petřek, 2019)

#### 2.1.1 Mechanocepce

Termínem mechanocepce rozumíme percepci dotyku, tlaku a vibrací. Tyto kvality čítí bývají popisovány jako odlišné smyslové vjemy, ale do jisté míry na ně reagují stejné mechanoreceptory. Rozlišují se podle našeho vnímání, kdy dotyk (taktilní čítí) je vnímán jako povrchový a jemný, tak tlak jako hluboký a intenzivní. Dalo by se tedy říci, že tlak vnímáme jako vyšší intenzitu dotyku. Kontakt s naší kůží nebo sliznicí obvykle registrujeme jako dotyk, tlak pociťujeme ve strukturách a tkáních umístěných hlouběji v našem těle, například na svalové fascii. Zvláštním druhem dráždění tlakových a dotkových receptorů je vibrace. Tento vjem je vyvolán rychlým repetitivním stimulem na naše mechanoreceptory. Podmínkou vzniku vzruchů na mechanoreceptorech je deformace kůže nebo sliznice s dostatečným tlakovým gradientem. Dotkový nebo tlakový vjem je vyvolán pouze tehdy, kdy podráždění receptorů dosáhne určité hodnoty, které jsou označovány jako práh excitace. Tato hodnota je závislá na celé řadě faktorů, jako jsou například lokální podmínky v místě stimulace, vzrušivost receptorů, vlastnosti vyšetřovaného subjektu nebo technika stimulace. (Petřek, 2019)



### **2.1.2 Termocepce**

Na rozdíl od mechanoreceptorů, termoreceptory se nacházejí na většině částí našeho těla. Můžeme je najít na kůži, sliznicích, vnitřních orgánech a jsou jimi vybavené i některé struktury nervového systému. Termoreceptory dokáží reagovat nejen na teplotu z našeho okolí, ale i na teplotu našeho tzv. tělesného jádra. Nervové signály vycházející z termoreceptorů spouštějí kaskádu autonomních reakcí, které mají za úkol udržet naši stálou tělesnou teplotu. (Peřek, 2019)

System povrchové kožní termocepce je tvořen ze dvou smyslových kvalit, kterými jsou vnímání tepla a chladu. Organismus není schopen určit absolutní teplotu, dokáže jen vnímat její zvýšení nebo pokles oproti stávající hodnotě. Tuto stávající hodnotu si může pojmenovávat jako indiferentní teplotu. Podněty působící na organismus s teplotou nižší, než je indiferentní člověk vnímá jako chlad, podnět s teplotou vyšší zase jako teplo. Tepelné senzace se tedy pohybují mezi dvěma póly, mezi chladem a teplem, přičemž indiferentní teplota je mezi nimi. Velikost indiferentní zóny je proměnlivá a závislá na řadě faktorů, jako jsou okolní teplota, aktuální teplota kůže při vyšetření nebo plošný rozsah dráždění. (Petřek, 2019)

### **2.1.3 Nocicepce**

Nocicepcí rozumíme pocit bolesti vyvolaný drážděním nociceptorů, které posílají vzruchovou signalizaci do příslušných center CNS. Bolest můžeme definovat jako subjektivně nepříjemný pocit zprostředkovaný dostředivým nervovým systémem nebo také jako nepříjemný senzitivní zážitek a emoční zkušenost. Bolest je jakési varování organismu před hrozcím poškozením tkání. Tato funkce je do jisté míry užitečná, protože nutí organismus vytvářet řadu únikových reakcí a chránit se tak před působením škodlivých vlivů. (Petřek, 2019)

## **2.2 Systém senzitivních drah**

Senzitivní nervové dráhy vedou informace přijímané v receptorech periferního nervového systému ke zpracování do příslušných center CNS. Jednotlivé nervové dráhy jsou tvořeny třemi neurony a vedou různé kvality cití. Všechny senzitivní dráhy míšních nervů mají v příslušném spinálním gangliu svůj 1. neuron a podle dalšího průběhu své dráhy se dělí na lemniskový a anterolaterální systém. (Čihák, 2004)

### 2.2.1 Lemniskální systém

Lemniskální systém je tvořen souborem senzitivních drah probíhajících v zadních míšních provazcích. Podle tohoto uspořádání se mu také říká dráhy zadních provazců míšních. Jak bylo řečeno, jedná se o tříneuronovou dráhu silně myelizovaných a tedy rychlých vláken, která vedou převážně vjem dotyku, tlaku, vibrace a propriorecepce. Buňky 1. neuronu jsou ve spinálních gangliích, ale jejich počátek je na dendritech v periférii. Zde začínají jako mechanoreceptory pro dotyk a tlak nebo jako receptory propriorecepce. Axony těchto buněk probíhají ipsilaterálně v zadních provazcích míšních do jader zadních provazců v prodloužené míše. Zde, v prodloužené míše, dochází k přepojení lemniskální dráhy na 2. neuron. Axony 2. neuronu se ve svém průběhu kříží (decussatio lemniscorum) a tím přecházejí na protější stranu prodloužené míchy, odkud pokračují ascendentně skrz Varolův most a střední mozek do thalamu, kde dochází k poslednímu přepojení na 3. neuron. Axony 3. neuronu pokračují skrz capsula interna do mozkové kůry, konkrétně do primární senzitivní korové oblasti, kde dráha zadních provazců končí. (Čihák, 2004)

Lemniskální systém je zodpovědný za vedení impulzů diskriminačního cití, tj. schopnost rozlišení dvou bodů dotyku. Čím blíže k sobě ležící body je jedinec schopen rozeznat, tím jemnější je hmat daného člověka. Systém však vede též impulzy tlaku, dotyku a propriorecepčních vzruchů ze svalových a kloubních tělísek. Poškození této dráhy se projeví spíše při zavřených očích, kdy je vyloučena kontrola zraku. Příznaky pak mohou být neschopnost určit polohu těla a jeho částí v prostoru, neschopnost rozeznat hmatem předmět nebo neschopnost rozlišit dotyk bližších dvou předmětů. Míra a charakter postižení lemniskálního systému záleží na poškozené etáži. Poškození 1. neuronu bude mít za následek ztrátu hmatu na straně postižení v oblastech inervovaných daným neuronem. Při postižení 2. neuronu dojde ke ztrátě citlivosti kontralaterální části těla, stejně tak při postižení 3. neuronu, ale s možným společným poškozením pyramidových drah v capsula interna. (Čihák, 2004)

### 2.2.2 Anterolaterální systém

Jak název napovídá, dráhy anterolaterálního systému vedou v předních a postranních míšních provazcích. Tento systém vede vjemy tepla, chladu, bolesti a také část mechanorecepce. Na rozdíl od lemniskálního systému, 1. neuron anterolaterálního systému s buňkou též ve spinálním gangliu, končí již v zadních rozích míšních, kde se přepojuje na 2. neuron, který se ihned kříží na kontralaterální stranu míchy a ascendentně pokračuje do

thalamu. V thalamu dráha navazuje 3. neuronem, který vede do mozkové kůry. Do anterolaterálního systému zařazujeme tractus spinothalamicus a tractus spinoreticularis. Trakt spinothalamický je vytvořen ze slabě myelizovaných a nemyelizovaných nervových vláken, která vedou informace z receptorů umístěných ve svrchnějších částech kůže. Tam se nacházejí receptory pro vnímání tepla, chladu a hlubokého tlaku. Dále vede vjem bolesti, který je popisovaný jako pronikavý nebo řezavý z kontralaterální poloviny těla. Spinoretikulární trakt je vývojově stará dráha, která ve funkci předcházela tractus spinothalamicus. Ten se z ní vyvinul postupným přepojováním z mozkového kmene až do thalamu. Tractus spinoreticularis je sám o sobě jen dvouneuronovou dráhou, která zabezpečuje vedení různých sensitivních signálů, ale hlavně bolesti. Bolest vedena těmito drahami je vnímána jako tupá, difuzní a chronická. (Čihák, 2004)

### **2.3 Poruchy čítí**

Znalosti o průběhu senzitivních drah jsou důležité pro pochopení senzitivních syndromů. Při izolovaném postižení jedné z drah na míšní úrovni nebo na úrovni oblongaty vznikají disociované poruchy čítí, tj. poruchy čítí jen povrchového nebo jen hlubokého. Při poruše lemniskální budeme pozorovat poruchy čítí hlubokého, při poruše spinothalamické čítí povrchového. Při poruchách obou systémů vznikají poruchy globální (asociované), kdy budou narušeny všechny kvality čítí. (Ambler, 2004)

Symptomy při poruchách čítí rozdělujeme na pozitivní a negativní. Mezi typické pozitivní příznaky patří parestézie, které bývají vnímány jako abnormální pocit brnění nebo mravenčení. Podobným pozitivním fenoménem je dysestézie, jejichž projev je stejný jako u parestézií, ale je vysloveně nepříjemný. Do této kategorie dále patří hyperestézie vnímaná projevující se jako zvýšená citlivost a allodynie, což je vnímání nebolestivého podnětu jako bolestivý. Do příznaků negativních řadíme hypestézie znamenající snížené vnímání citlivosti a anestézie, což je úplná ztráta některé z kvalit čítí. (Ambler 2004; Kolář, 2009)

Negativní fenomény, čili výpadky a snížení citlivosti jsou symptomatologie objevující se spíše v pozdějších stádiích patologického procesu. Na jeho počátku dochází hlavně k iritaci senzitivních nervů a tím k pozitivním příznakům, které jsou indikátorem senzitivních poruch. (Kolář, 2009)

## 2.4 Senzitivní vyšetření

Při vyšetření senzitivity neurčujeme pouze, zda vyšetřovaná osoba cítí námi zvolený podnět, ale také v jaké kvalitě a intenzitě ho cítí. Dále také určujeme, v jakých oblastech lidského těla došlo ke změnám citlivosti. Protože citlivost je subjektivním vjemem, je vyšetření hodnocené pacientem. Ke správnému vyšetření je tedy nezbytná dobrá spolupráce a informovanost pacienta. Za podané informace ručí terapeut, který ještě před začátkem vyšetření musí edukovat pacienta, co by měl cítit a jak bude vyšetření probíhat. Abychom posoudili, zda vnímá pacient podněty adekvátně, provádíme vyšetření stejné senzitivní kvality na obou polovinách těla v korespondující oblasti. Výsledkem vyšetření je co nejpřesnější určení stupně postižení, jeho typ a lokalizace. (Kolář, 2009; Opavský, 2003)

Předpokládáme-li postižení na periferním nervu, vyšetřovaná oblast bude v areae nervinae příslušného nervu. V takovém případě vznikne asociovaná (globální) porucha, čítí tedy bude postiženo ve všech svých modalitách v příslušné oblasti nervu. Při vyšetření v areae nervinae je nutno mít na paměti, že oblast postižené senzitivity bude vždy menší, než odpovídající anatomická distribuce senzitivního zásobení. Důvodem je překrývání sousedních nervů v hraničních oblastech. Při lézi nervové pleteně (plexu) má charakter poškození více nervů. Posledním možným umístěním léze je zadní míšní kořen. Při takovém postižení hledáme senzitivní nedostatky v areae radicales, které se častěji označují jako dermatomy, tj. oblast kůže senzitivně inervovaná jedním zadním míšním kořenem. (Ambler, 2004; Ambler, 2013; Kolář, 2009)

Vyšetření jednotlivých modalit čítí bude blíže popsáno v kapitole Metodika.

## 2.5 Motorický systém

Pohyb, hybnost, lokomoce, motorika, to jsou všechno termíny označující jednu z nejzákladnějších a nejdůležitějších funkcí živého organismu. Pohyb je u člověka realizován svalovou činností, svaly jsou propojeny motorickými drahami s CNS, odkud jsou vědomě i nevědomě řízeny. Motorické dráhy a příslušné oblasti CNS tvoří motorický nervový systém, jehož funkcí je zajištění právě pohybu. (Ambler 2004; Dylevský, 2006)

Z hlediska neuroanatomie patří k motorickému nervovému systému mnoho struktur. První strukturou je motorická jednotka, tj. základní jednotka tvořena souborem svalových vláken inervovaných axonem jednoho motoneuronu. Jde vůbec o nejmenší

samostatnou komponentu generující svalovou kontrakci. Druhou strukturou jsou přední rohy míšni obsahující buňky motoneuronů a internuronů. Další struktury se nacházejí v mozku, jsou to motorická centra mozkového kmene a thalamu, mozeček, bazální ganglia a motorická kůra mozkových hemisfér. (Ambler, 2004; Dylevský, 2006)

### **2.5.1 Kortikospinální dráha**

Řízení volných, vědomých, úmyslných pohybů zprostředkovává jednoneuronová kortikospinální dráha, také často nepřesně označována jako pyramidová. Její neuron má svůj začátek v primárním motorickém kortexu mozkové kůry, svým průběhem prochází skrz capsula interna do oblongaty, kde se dráha kontralaterálně kříží (decussatio pyramidum). Po překřížení sestupně pokračuje postranními míšními provazci do interneuronů na pomezí předních a zadních rohů míšních nebo na motoneurony v předních rozích míšních. Zakončení dráhy je postupné, konečný míšni segment záleží na cílové periferní inervaci. V celém svém průběhu je dráha somatotopicky uspořádána tak, že vlákna pro HKK jsou uloženy mediálně, vlákna pro DKK leží laterálně. (Ambler, 2004; Nicholls, 2013; Dylevský, 2006)

I když je dráha anatomicky jednoneuronová, fyziologicky pokračuje druhým neuronem z předních míšních rohů jako alfa-motoneuron inervující příslušnou kosterní svalovinu. Axon alfa-motoneuronu prostupuje periferií až k cílovému svalu, po vstupu do svalu se axon rozdělí na terminální neurony, které inervují jednotlivá svalová vlákna. Mezi terminálním nervovým vláknem a svalovým vláknem existuje specifická synapse označovaná jako nervosvalová ploténka. (Dylevský, 2006; Ambler, 2004)

### **3 KONCEPT NEURODYNAMIKY**

Koncept neurodynamiky pojednává o fyzikálních schopnostech nervového systému, má za cíl testovat a léčit mechanické a fyziologické poruchy nervové soustavy. (Butler, 2000)

Jejím studiem se snažíme porozumět vzájemnému vztahu mezi mechanikou, tedy schopností nervového traktu se pohybovat a napínat vůči ostatním tkáním, a fyziologií, kam v rámci konceptu řadíme průtok krve nervovými strukturami, axonální transport a vedení impulzů. Postižení mechaniky nervu nevyhnutelně ovlivní jeho fyziologii a obráceně, pokud tedy nebude možné pro nervový systém se pohybovat, klouzat a protahovat, bude základní funkce „vedení“ nervového systému k ničemu. Koncept tedy pracuje s neméně důležitou funkcí nervů, kterou je právě pohyb, který může být narušen patologickým procesem. (Butler, 2000)

#### **3.1 Historie vzniku**

Koncept neurodynamiky a mobilizace nervového systému nejsou nové, forma léčby známá jako strečink nervů byla známa už koncem devatenáctého století v Anglii a Francii. Tehdy tato léčba byla chirurgická a používala se například pro ischias, plexus brachialis nebo třeba nervus ischiadicus, u kterého chirurgové provedli řez, položili prsty pod sedací nerv a pevně ho přitáhli. O síle a směru tažení se tehdy jen diskutovalo. Ke zlepšení této metody došlo s vynalezením tzv. „Gilletrova nervového stretcheru“, což byl zploštělý hák v pravém úhlu, který se zasunul pod nerv a umožňoval ho táhnout požadovaným směrem. K přístroji byl navíc připojen dynamometr, aby bylo možné určit a měnit míru tahu. Popularita neurodynamiky rostla s dobovým výzkumem pevnosti periferních nervů, u které z klinických nálezů bylo vyvozeno, že síla vyvinutá na nerv by se měla pohybovat okolo 13 kg a poloviny tělesné hmotnosti. Tyto zprávy sice vypovídají o pevnosti periferních nervů v tahu, ale mají pouze histologický význam. Dnes nemají tyto informace místo ve znalostech potřebných pro bezpečné a účinné mobilizace nervového systému. (Butler, 1991)

Nervový systém byl mobilizován dávno před vznikem prvních myšlenek o jeho cílené pasivní a aktivní mobilizaci. Nervový systém se nemůže vyhnout mobilizaci při léčbě související s pohybem, manuální terapie prováděná většinou terapeutů mobilizaci nervů neúmyslně zahrnuje. Například při protahování svalů a šlach zadní strany stehna

dochází k napnutí nervus ischiadicus, jiným příkladem jsou dechová cvičení mobilizující nervové struktury hrudní páteře. Pokud však hledá terapeut lepší výsledky, je nutná znalost nervového systému, techniky mobilizace pak mohou být specifitější a rafinovanější. (Butler, 1991)

Neurodynamika rozvíjela chápání o neurálním napětí, které se stalo stavebním pilířem nového konceptu. Ten ale zprvu nebyl terapeutů dobře přijímán, protože natahování nervu mohlo vyvolat bolest vyprovokovat pacientovy symptomy. V dnešní době se neurodynamika stala standartním aspektem léčby neuromuskuloskeletárních poruch. (Shacklock, 2007)

## **3.2 Biomechanické vlastnosti nervu**

Z biomechanického hlediska je nejdůležitější vlastnost periferních nervů pohyb. Ten poskytuje nervům schopnost se pohybovat společně nebo nezávisle na ostatních strukturách. Existují dva hlavní biomechanické faktory související s nervovým systémem. Prvním je struktura bezprostředně sousedící s nervovým systémem označována jako mechanické rozhraní, druhým je neurální rozhraní, tedy samotná neurobiomechanika pojednávající o mechanických vlastnostech nervů. (Shacklock, 2007)

### **3.2.1 Mechanické rozhraní**

Jedním z nejvýraznějších rysů biomechaniky nervového systému, důležitých pro manuální terapii, je pohyblivost nervového systému. Mobilita nervového systému může být závislá i nezávislá na okolních strukturách. Na mechanické rozhraní můžeme pohlížet jako na všechny tkáně lidského těla, které sídlí vedle nervového systému, jsou to kosti, svaly, šlachy, vazy, fascie, krevní cévy i další tkáně. Nervový systém je v tomto rozhraní obsažen, a proto musí vždy reagovat bez ohledu na to, zda se rozhraní zrovna ohýbá, zkracuje, prodlužuje, kroutí či otáčí. Tyto každodenní pohyby vyvolávají změny v nervových strukturách, což je přirozenou interakcí mezi nervovým a musculoskeletálním systémem. Mechanické rozhraní může být i patologické povahy, například osteofyty, otoky nebo třeba fasciální zjizvení. Tyto struktury brání nervům v jejich přirozeném pohybu. Dalším patologickým rozhraním, které však nepochází přímo z lidského těla, jsou příliš utažené obvazy či sádky. (Shacklock, 2007; Butler, 1991)

### **3.2.2 Neurální rozhraní**

Neurální rozhraní tvoří všechny tkáně nervového systému. Zahrnutý jsou mozek, mícha, nervové kořeny, periferní nervy i podpůrné pojivové tkáně. I když jsou na sobě

jednotlivé nervové struktury závislé, můžeme je rozdělit dle funkce na mechanické a fyziologické. Mechanickými funkcemi jsou napětí, pohyb a komprese, fyziologickými funkcemi jsou vedení impulzu, nitroneurální průtok krve a axonální transport. (Shacklock, 2007)

### **3.3 Primární mechanické funkce nervové soustavy**

Nervový systém má přirozenou schopnost pohybovat se a odolávat mechanickým silám vznikajícím při běžném pohybu. Tato schopnost je zásadní pro prevenci poruch nervového systému. (Shacklock, 2007)

Nervový systém má tři základní mechanické funkce, jsou to napětí (tension), skluz (sliding) a komprese. Všechny mechanické události přirozeně se vyskytující během každodenních pohybů pramení z těchto tří funkcí, respektive z jejich kombinací. Každá ze složek mechanické funkce nervu bude vždy integrovat s ostatními, klinický problém pak nastává, když určitá složka převládá, nebo naopak selhává mezi ostatními. (Shacklock, 2007)

#### **3.3.1 Tension**

Napnutí je první z primárních mechanických vlastností nervového systému. Jeden nerv vždy spojuje minimálně dva body na lidském těle, ke kterým je pevně připojen. Tyto dva body od sebe mají proměnlivou vzdálenost, která se mění při pohybu, a na kterou nerv musí adekvátně reagovat. Klíčovými místy jsou klouby, ve kterých se nerv zkracuje a prodlužuje. Různě silné části nervového systému snášejí různě silné natažení. Aby nedošlo k nadměrnému napětí nervu, tělo je vybaveno ochranným mechanismem zajišťovaný perineuriem. Tato pojivová tkáň obalující každý fascikul má značnou podélnou sílu a pružnost, která umožňuje periferním nervům odolat natažení až na 118 - 122 % původní délky. Po překročení této hranice dochází k selhání. I když jsme anatomicky vybaveni mechanismy, které nám napnutí umožňují, napínání nervu je nežádoucí. Každá komprese zvyšuje intraneurální tlak, který se stejně tak horší, když jsou nervy podélně taženy. Naopak při zkracování nervu tlak uvnitř recipročně klesá. Jakákoliv změna jednoho faktoru nevyhnutelně ovlivňuje druhý. (Shacklock, 2007; Barral, Croibier, 2007)

#### **3.3.2 Sliding**

Druhou primární mechanickou vlastností nervového systému je posun, nebo také skluz nervů. Jedná se o pohyb v nervovém lůžku v rámci svého mechanického rozhraní. Také tento pohyb můžeme nazvat jako exkurzi, neboli klouzání vyskytující se ve dvou



směrech, podélně a příčně. Exkurze má na nervy zásadní vliv, díky ní dochází k vyrovnávání tlaků v endoneurálním prostoru. (Shacklock, 2007)

Skluz nervu probíhá na dvou úrovních. Celý periferní nerv se posouvá po mesoneuriu v rámci svého nervového lůžka a zároveň dochází ke skluzným pohybům jednotlivých fascikulů uvnitř nervu. Tato interfascikulární klouzavost je umožněna perineuriálním pars epitheloidea skládající se z měkkých a volných pojivových tkání. Schopnost nervů fungovat tímto způsobem znamená, že dokáží reagovat na působící síly jak zevně, tak vnitřně. (Shacklock, 2007)

### **Podélné klouzání**

Klouzání nervů rozkládá napětí rovnoměrně po délce nervu, než aby se hromadilo na jednom místě. Názorným příkladem tohoto účinku je n. medianus. Jak bylo řečeno v předešlé kapitole, krevní tok v periferním nervu ustává při prodloužení o 15 %, ale nervové lůžko zmíněného nervu se při plné flexi v loketním kloubu prodlužuje o 20 %. Toto by nebylo možné, kdyby nedošlo ke skluzu nervu z proximální i distální části směrem k místu, kde je zvýšené napětí, tedy k lokti. Jen díky tomu v tomto případě nedochází k nervové ischemii. Klouzání tedy funguje jako vnitřní ochranný mechanismus chránící nerv před nadměrným prodloužením. Větší pravděpodobnost poruchy nastává v okamžiku, kdy jsou prováděny pohyby zabraňující skluzu tím, že vytvářejí zvýšené nervové napětí z obou konců nervu současně. Příkladem může být opět n. medianus, když provedeme abdukci v ramenním kloubu, extenzi lokte, zápěstí a prstů a zároveň provedeme kontralaterální úklon hlavy, i u normálního zdravého jedince vyvoláme neurologické symptomy. (Shacklock, 2007)

### **Příčné klouzání**

Stejně tak jako podélné klouzání, i to příčné je nezbytným ochranným mechanismem nervu, který pomáhá rozptýlit napětí kladené na nerv. Tato příčná exkurze může probíhat dvěma způsoby. Prvním z nich je vytváření nejkratší možné vzdálenosti mezi dvěma body, pokud dojde k napnutí. Toto je důležité zejména v místech, kde je boční pohyb nervu důležitou součástí lokální neurobiomechaniky. Ke druhému z nich dochází, když je nerv vystaven bočně vyvolanému tlaku od sousedních struktur. (Shacklock, 2007)

### **3.3.3 Komprese**

Kompresa, respektive schopnost být komprimovatelný, je třetí primární mechanickou funkcí nervového systému. Je to schopnost změny tvaru neurální struktury podle tlaku, který na ně působí. Tento tlak je na nerv vyvíjen vlastním mechanickým rozhraním. Mechanické rozhraní tak přenáší síly do nervového systému, který na tyto požadavky musí vhodně reagovat změnou svých vlastních rozměrů a polohy. Struktura chráničí axony před nadměrnou kompresí je epineurium. (Shacklock, 2007)

### **3.3.4 Konvergence**

Pohyb kloubů je jedním ze způsobů, jakým jsou aplikovány síly na nervový systém. Během pohybu v kloubech dochází ke dvěma jevům zároveň, prvním je prodlužování na straně konvexní, druhým je zkracování na straně konkávní. Pohyb, ke kterému dochází je tedy ovlivněný tím, kde se nerv nachází vůči kloubní ose. Když se bude prodlužovat mechanické rozhraní s nervovým lůžkem, nerv se bude snažit tento tah zmírnit klouzavým pohybem. V tu chvíli dojde k realitnímu posunu nervu z obou konců směrem k tlaku. Nerv klouže směrem ke kloubu ve snaze vyrovnat jeho elongaci. Tento jev se nazývá konvergence, je to schopnost nervů „propůjčit“ svou tkáň a vyrovnat tenzi v kloubu. Tento mechanismus se uplatňuje z důvodu, že mechanické rozhraní má lepší schopnost roztažnosti, než to neurální. Bod konvergence je označení pro místo, kde je sliding nervové tkáně roven nule. (Shacklock, 2007)

Obecně pohyb jednoho kloubu nezpůsobí příliš velké napětí v nervových strukturách, protože je vyrovnáno slidingem. O něčem jiném je však prodlužování nervu v několika bodech zároveň. Tato situace omezuje možnosti ochranných mechanismů a to je důvodem, proč pohyb několika kloubů produkuje větší napětí neurální tkáně. Tohoto principu využívá neurodynamický test. (Shacklock, 2007)

## **3.4 Intraneurální tlak**

Pod tímto pojmem rozumíme tlak uvnitř nervových struktur. Ten může být ovlivňován vnitřními nebo vnějšími mechanickými silami působícími na nerv. Vnitřní síly zahrnují intracelulární tlak axonů a tlak ve vasa nervorum. K vnitřním silám řadíme i vliv napětí. Jak je uvedeno výše, existuje vztah mezi napětím, respektive prodloužením a tlakem. Intraneurální tlak se s tenzními a kompresními silami mění. Síly z vnějšku jsou produkovány mechanickým rozhraním. Tato vnější síla může být natolik intenzivní, že podstatně zvýší intraneurální tlak a to hlavně v případě, že je plocha její působnosti malá. Nervy pak mohou tvarem připomínat přesýpací hodiny, tj. kdy se průměr nervu v místě

působení tlaku zmenší. Takové změny tlaku jsou extrémně škodlivé nejen pro nervovou strukturu, ale negativně ovlivňují vedení vzruchů. K takovému postižení dochází, když je myelinová pochva ovlivněna kompresí. (Barral, Croibier, 2007; Shacklock, 2007)

### **3.4.1 Patologické mechanismy při změně tlakových poměrů**

Nervy velice často vedou svým průběhem skrz tunel či úžinový prostor. Společně s nervy procházejí těmito specifickými prostory cévy, které zabezpečují nervu nepřetržité zásobení krví, respektive látkami v ní obsažených. Toto zásobování, ale i zpětné odvádění zplodin metabolismu řídí systém tlakového spádu. Změny poměrů tlaku v nervových strukturách vedou nevyhnutelně k patologickým procesům, které mohou vzniknout vícero možnostmi. Je nutné ale dodat, že v praxi se takřka nikdy nejedná o izolovanou poruchu, většinou je za patologickým procesem na vině multikauzální problém, tj. kombinace patologických mechanismů. (Dierlmeier, 2018)

Prvním patologickým mechanismem je tlak na tepnu. Zvýší-li se síla kladena na tepnu v nervově-cévní struktuře, dochází k omezení přístupu okysličené krve do nervu. Pakliže je síla obzvláště velká, může přívod krve ustát úplně. Důsledkem toho vzniká ischemie, která se bude projevovat hlavně v noci, kdy obecně náš krevní tlak klesá a tím se ischemie prohlubuje. Druhým z patologických mechanismů je zvýšení tlaku v okolní tkáni. Ten automaticky vyvolá zvýšení nitrožilního tlaku, protože žíly nedisponují žádným vlastním tlakovým mechanismem, čili tlak tkáni je shodný s tlakem žil. Při jeho zvýšení dochází ke zpětnému toku žilní krve do nervového systému. Posledním patologickým mechanismem je ztráta pružnosti pojivových tkání nervové soustavy. Příčinou je zpravidla fibróza nervu způsobená zánětlivými procesy. Fibrotické změny uzavírají T-anastomózy, tepenná krev proudí do nervu rychleji, než žilní odtéká a intraneurální tlak stoupá. (Dierlmeier, 2018)

## **3.5 Techniky neurodynamiky dle Butlera**

### **3.5.1 Pasivní techniky neurodynamiky**

Pacient při této terapii dostává pokyn, aby relaxoval, veškeré cvičení a pohyby jsou nyní vedené pouze terapeutem. Terapeut uvádí pacientovu HK do takové polohy, kdy je n. medianus nejvíce natažený. K tomu slouží posloupnost pohybů, které vycházejí z neurodynamického testu. V této pozici však nesetrvává, plynule pohybuje jednotlivými segmenty, což vytváří v průběhu nervu pohyby skluz a natažení. Butler (2005) tyto techniky označuje jako „slider“ a „tensioner“, nebo také dohromady jako „sli/ten“.

„Tensioner“ je rázná technika zvyšující napětí na obou koncích nervového systému, „slider“ je oproti tomu jemný pohyb, který na jednom konci systému napětí snižuje. (Butler, 2005)

Pro provedení pasivních technik aplikovaných na n. medianus známe dvě pozice vycházející z neurodynamického testu. Souhrnné označení neurodynamických testů pro horní končetinu nese zkratku ULTT (upper limb tension test), v některých literaturách lze také nalézt označení ULNT (upper limb neurodynamic test). ULNT testy pro horní končetiny existují celkem čtyři, přičemž dva z nich jsou použitelné pro n. medianus, jsou to ULNT1 a ULNT2. (Butler, 2005)

#### ULNT1

1) Výchozí pozicí pacienta je leh na zádech, pacient leží cvičenou stranou při okraji lehátka, aby bylo rameno mimo lehátko. Terapeut stojí čelem k pacientovi. Pro tuto chvíli uvažujme, že děláme terapii na pacientově levé HK. Terapeut stojí vlevo od terapeutického lehátka, svou levou DK je nakročen vpřed, levou HK dělá depresi ramenního kloubu a pravou HK terapeut drží levou HK pacienta za dlaň a prsty.

2) Terapeut vede pacientovu HK do abdukce 90°-100° v ramenním kloubu.

3) Extenze zápěstí a prstů.

4) Supinace.

5) Zevní rotace.

6) Extenze v loketním kloubu.

7) Lateroflexe hlavy na kontralaterální stranu, terapeut stále drží depresi v RK.

#### ULNT2

1) Výchozí pozice je opět leh pacienta na zádech. Jeho ramenní kloub je na straně cvičené mimo lehátko. Terapeut tentokrát stojí čelem k nohám pacienta. Pro tuto chvíli uvažujme, že terapii děláme na levé HK. Terapeut stojí vlevo od lehátka, svou pravou DK je nakročen vpřed a je opřen svým stehnem o rameno pacienta, kde dělá depresi RK. Pravá ruka terapeuta drží pacienta za dlaň a prsty, levá ruka podpírá pacientův loket.

2) Extenze lokte

- 3) Zevní rotace
- 4) Supinace
- 5) Extenze zápěstí a prstů

Pozn. Jednotlivé pozice testů jsou popsány dle Butlera (2005).

### **3.5.2 Aktivní techniky neurodynamiky**

Aktivní neurodynamické cvičení využívá stejných biomechanických poznatků a vlastností nervů, jako techniky pasivní, ale v tomto případě cvičí pacient sám pouze za dohledu terapeuta. (Butler, 2005)

„No more dishies“

Výchozí pozice je ve stoji, pacient má předpažené obě HKK, plnou extenzi v loktech, zápěstích i prstech, přičemž prsty ukazují kolmo ke stropu. Pohyb vychází z loketních kloubů, kde se střídá extenze a flexe. Ruce se rytmicky střídají a v konečné pozici nezůstáváme.

„Finger stretch“

Výchozí pozice je ve stoji, pacient má předpaženou jednu HK, extenzi v lokti i zápěstí, prsty ukazují vzhůru. Dlaní druhy protahujeme každý prst do extenze samostatně.

„Wrist stretch“

Výchozí pozice je stejná, jako u předešlého cviku. Předpaženou HK dlaní druhé ruky uchopíme za všechny prsty a vedeme zápěstí do extenze. Po každém provedení vyměníme ruce.

„Sawatdika“

Při tomto cviku je výchozí pozicí stoj s rukama zapřenýma o dlaně. Ramena jsou v depresi, lokty ve flexi, zápěstí a prsty v extenzi směřují vzhůru. Ruce jsou v postavení uprostřed před tělem. Pohyb vychází z ramen je uskutečněn pouze v rovině frontální. V jednu chvíli pravá ruka „přetlačí“ levou, čímž způsobí větší protažení do extenze v zápěstí právě levé ruky. Poté se obě ruce vrací ke středu a vymění si své role.

„Look at your hands“

Výchozí pozice je stoj s HKK upaženými. Při tomto cvičení se kombinují pohyby supinace a pronace, vnitřní a vnější rotace v RK a rotace hlavy. Hlava vždy kouká na HK se supinací a vnější rotací RK. HKK si pomalu vyměňují své pozice a hlava se otáčí ke druhé straně.

„Wall stretch“

Výchozí pozice je stoj bokem u zdi. Jedna HK relaxuje, druhá HK je opřená dlaní o zeď. Loket je ve flexi, zápěstí a prsty jsou v extenzi a ukazují vzhůru. Pohyb vychází z lokte, kdy přidáme k výchozí pozici extenzi lokte, čímž způsobíme větší protažení v oblasti zápěstí a prstů. V pozici nesetrváváme.

Pozn. Cviky jsou popsány a pojmenovány tak, jak je uvádí Butler (2005).

## **4 CÍLE A HYPOTÉZY**

### **4.1 Cíl práce**

Cílem práce je prokázat vliv mobilizace periferních nervů dle Butlera na senzitivní nervový systém a svalovou sílu, tedy konkrétně prokázat pozitivní účinek této mobilizace na termické, taktilní a diskriminační čítí vyšetřené a hodnocené dle Opavského (2003). Dále chceme dokázat vliv nervové mobilizace na svalovou sílu vyšetřovanou dynamometrem.

### **4.2 Hypotézy**

HP1: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení diskriminačního čítí.

HP2: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení taktilního čítí.

HP3: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení termického čítí.

HP4: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení svalové síly.

## **5 METODIKA**

### **5.1 Charakteristika výzkumného vzorku**

Výzkumný vzorek obsahoval dvě osoby, muže a ženu, na pomezí středního a vyššího věku (58, 60), kterým byl diagnostikován oboustranný SKT. Vyšetření i terapie se odehrávalo v běžném ambulantním nestátním zařízení. Náš výzkumný vzorek jsme vybírali z aktuálního seznamu běžných ambulantních pacientů. Při výběru výzkumného vzorku nezáleželo na věku ani pohlaví pacienta. Jediným kritériem pro přijetí do výzkumu byl diagnostikovaný úžínový syndrom, v našem případě se sešli dva probandi s SKT.

Podmínkou absolvování výzkumu byl dobrý fyzický stav pacienta po celou dobu výzkumu. Nesměli být u probandů přítomny horečnaté stavy, kašel, únava či dýchací potíže vykazující onemocnění pacienta včetně aktuálního onemocnění SARS-CoV-2.

### **5.2 Postup vyšetření**

Sledovací období našich probandů trvalo 4 týdny. Během této doby byli probandi zváni na terapii vždy 1x týdně. Samotná terapie trvala vždy okolo 40 minut a skládala se z vyšetření před terapií, pasivních neurodynamických technik pro n. medianus a opětovného vyšetření bezprostředně po terapii. Probandi byli dále edukováni k domácímu cvičení (aktivní neurodynamické techniky). Účinky mobilizace periferních nervů dle Butlera jsme sledovali bezprostředně po terapii a po sérii terapií trvajících během celého sledovacího období.

Vyšetření senzitivního čítí trvalo průměrně 10 minut, 2 – 3 minuty trvalo vyšetření každé ze sledované modality čítí. Senzitivní vyšetření mělo posloupnost následující: začínalo se čítím diskriminačním, následovalo čítí taktilní a poslední bylo čítí termické. Tuto posloupnost jsme zvolili z důvodu nízkých venkovních teplot, probandi přicházeli k vyšetření se subjektivně chladnými rukama, což by mohlo zkreslovat výsledky termického čítí, proto jsme se rozhodli toto vyšetření zařadit až na konec, aby měli probandi čas se adaptovat na tepotu v místnosti. Po vyšetření senzitivity následovalo vyšetření svalové síly za pomoci dynamometru.

Námi zvolená terapie se skládala ze dvou částí, pasivních neurodynamických technik prováděných terapeutem a aktivních neurodynamických technik, které byli zadány jako domácí cvičení.



Pasivní neurodynamické techniky prováděné terapeutem vycházeli z neurodynamických testů ULNT1 a ULNT2 popsaných v kapitole 3.5.1 Techniky neurodynamiky pro n. medinus. Při technikách sliding a tension přecházíme mezi jednotlivými pozicemi ve směru napnutí a zpět. Při „sli/ten“ v pozici ULNT1 mohou být pohyby uskutečněny v rámci celé HK, kdy plynule přecházíme například mezi pozicemi 2. až 5., nebo se pohyby uskutečňují pouze v zápěstí, tzn. že repetitivně provádíme flexi a extenzi zápěstí a prstů v pozici 5. Při technikách „sli/ten“ v pozici ULNT1 máme mnoho variant provedení v různých úrovních abdukce RK. V pozici ULNT2 vychází pohyb ze zápěstí a ramene. Nejprve vedeme pacientovu HK do pozice 5., poté uvolňujeme depresi ramenního kloubu za stálé extenze zápěstí a prstů. Poté repetitivně střídáme depresi RK současně s flexí v zápěstí a prstech a pak zpět s elevací RK a extenzí zápěstí a prstů.

Domácí cvičení, které bylo našim pacientům zadáno je shodné s aktivními neurodynamickými technikami uvedenými ve stejnojmenné kapitole 3.5.2 v teoretické části práce. Celá sestava domácího cvičení byla doporučena provádět 5x za den, od každého cviku jednu sérii s 8-10 opakováními na každou HK.

Doba terapie trvala 4 týdny. Po tuto dobu každý z probandů navštívil ambulanci celkem 5x, terapie se nikterak moc od sebe nelišily. První terapie byla specifičtější a časově náročnější než všechny následující. Při prvním sezení byli naši pacienti seznámeni s budoucím průběhem terapie, byli krátce edukováni v oblasti neurodynamiky a také jim byla odebrána anamnéza. Po tom všem se zahájilo vyšetření a terapie, které byly shodné při všech návštěvách. Na prvním sezení byli v neposlední řadě seznámeni s domácím cvičením. Další tři terapie byly spolu totožné, pacienti přišli do ambulance a bylo provedeno vyšetření a terapie. Pátá a zároveň poslední návštěva byla od ostatních odlišná, toto sezení se již neprováděla žádná terapie, pacienti byli pouze naposled vyšetřeni, zda se projevil či neprojevil vliv mobilizace periferních nervů v dlouhodobém horizontu.

### **5.3 Použité vyšetřovací metody**

V následujících podkapitolách popíšeme jednotlivé vyšetřovací metody, které jsme použili v praktické části naší bakalářské práce.

#### **5.3.1 Vyšetření diskriminačního čítí**

Diskriminační čítí, nebo také dvoubodová diskriminace je vyšetření posuzující vzdálenost, kterou je vyšetřovaný schopný rozlišit dva současně použité podněty od jednoho. K vyšetření jsme používali standardizovaný dvoubodový diskriminátor s

nastavitelnou vzdáleností hrotů a integrovanou stupnicí v milimetrech. Při vyšetření je nutno mít na paměti, že různé části těla mají různou hustotu receptorů. Pro tyto oblasti nejsou stanoveny přesné normy, ale obecně jsme nejcitlivější na konečcích prstů, kde bychom měli rozeznat dva body od sebe vzdálené 3-5 mm. Během vyšetření jsme přikládali diskriminátor buď jedním, nebo dvěma hroty kolmo na kůži na jednu až dvě vteřiny. Vyšetřovaný měl poznat, zda se jedná o jeden či dva doteky. Do výsledků zapisujeme poslední vzdálenost, kterou vyšetřovaný dokázal bezpečně identifikovat jako dva body. Pro naši studii jsme si určili zóny vyšetření na posledním článku palce, posledním článku ukazováku a střed thenaru.

### **5.3.2 Vyšetření taktilního cití**

Jako taktilní citlivost můžeme označit vjem dotyku. My jsme k vyšetřování používali dotyk filamenta, což je standardizovaný podnět pro vyšetřování taktilního cití. Jedná se o vlákno určité hmotnosti, v našem případě 10 gramů, tloušťce a pevnosti. K jeho ohnutí je zapotřebí standardizovaná, vždy stejná síla. Celé vyšetření probíhá za vyloučení zraku pacienta. Ve vyšetřované oblasti (area nervinae n.medianus) se dotýkáme filamentem postupně různých míst právě takovou silou, aby došlo k jeho ohnutí. Filamento necháváme přiložené na kůži jednu vteřinu. Pacient nám hlásí každý dotyk, který pocítí, výsledkem je pak zlomek, kolik správně registrovaných taktilních vjemů pacient z celkového počtu cití. Při našem vyšetření jsme používali celkem 10 dotyků filamenta v příslušném kožním segmentu.

### **5.3.3 Vyšetření termického cití**

Při tomto vyšetření má pacient za úkol od sebe rozeznat dvě zkumavky naplněné teplou a studenou vodou. Pro vnímání chladu používáme zkumavku s vodou o teplotě 10 °C, pro vnímání podnětu tepelného zkumavku s vodou o teplotě 45°C. Tyto teploty musíme udržovat po celou dobu našeho vyšetřování, abychom zaručili dostatečný teplotní rozdíl, který může pacient rozlišit. Teplotní rozdíl ale nesmí být příliš velký, aby se nejednalo o dráždění algické. Před samotným vyšetřením se musíme ujistit, zda je vyšetřovaná osoba teplotně adaptována na teplotu v místnosti. Vyšetření potom probíhá tak, že pacientovi přikládáme zkumavky do vyšetřované oblasti (area nervinae n.medianus) a ptáme se, zda cítí teplo či chlad. Zkumavky vždy přikládáme na kůži stejnou plochou a necháváme působit dostatečně dlouho, aby měl pacient čas zkumavku správně identifikovat. Při našem vyšetření jsme používali celkem 10 termických vjemů a výsledkem byl zlomek správně určených zkumavek z celkových deseti.

### **5.3.4 Vyšetření svalové síly**

K vyšetření svalové síly jsme používali dynamometr k objektivnímu měření síly stisku. Vyšetření ruční dynamometrie je snadná a rychlá metoda vyšetření svalové síly využívající maximální možné izometrické kontrakce. Vyšetření trvá jen několik vteřin, kdy vyšetřovaný uchopí dynamometr a pokusí se ho stisknout svou maximální silovou intenzitou. Integrovaná stupnice nám po ukončení stisku ukáže, jakou sílu v kilogramech dokázal vyšetřovaný vyvinout.

## **5.4 Kazuistiky**

### **5.4.1 Kazuistika 1**

muž, 58 let

Diagnóza: Syndrom karpálního tunelu bilaterálně

OA: pacient prodělal běžná dětská onemocnění, od roku 2000 má pacient diagnostikovanou nízký krevní tlak, od roku 2004 zvýšený cholesterol, pacient neprodělal žádné větší úrazy, je nekuřák, alkohol minimálně, kávu pije 2x denně, pravák, v roce 2012 pacient podstoupil enukleaci očního bulbu pro glaukom

RA: matka zemřela roku 2015 na renální karcinom, otec zdravý, bratr zdravý

AA: neguje

FA: Febira 200 mg 1x denně

PA: OSVČ pracující v oblasti zámečnictví, práce náročná pro jemnou motoriku

SA: pacient žije v bytě, rozvedený, jedno dítě

SpA: minimálně 2x týdně pohybová aktivita, převážně kolo, běh, plavání, běžecké lyžování

NO: pacient přichází na rehabilitaci pro parestezie na obou rukách, hlavně v konečcích 1 - 3 prstu, dále uvádí zhoršení jemné motoriky při práci zámečníka a občasné vypadávání věcí z rukou, necitlivost a ztuhlost prstů, na rehabilitaci přichází již počtvrté, přičemž první série terapií proběhla v roce 2018, jako úlevové se pro pacienta jeví protažení a protřepání rukou a prstů, při paresteziích v noci je úlevovou polohou svěšení HK z postele, potíže obvykle pacient pociťuje po delší námaze nebo večer

#### 5.4.2 Průběh fyzioterapie u pacienta č. 1

Terapie probíhala v termínu od 19. 2. 2021 do 19. 3. 2021. Pacient docházel na rehabilitaci 1x týdně každý pátek.

Při **první terapii** (19. 2.) byl pacient seznámen s budoucím průběhem terapie a vyšetřením, dále byl pacient krátce edukován o konceptu neurodynamiky a jejích principech. Dále byl informován o účasti na výzkumu a tentýž den pacient podepisuje informovaný souhlas o své účasti na výzkumu. Poté byla odebrána anamnéza a proběhlo první vyšetření senzitivity a svalové síly. Po vyšetření následovaly pasivní neurodynamické techniky na obou horních končetinách. Terapie jedné horní končetiny trvala přibližně 4 minuty. Po pasivních technikách následovalo opět vyšetření senzitivity a svalové síly. Na konci první terapie byl pacient instruován k domácímu cvičení (aktivní neurodynamické techniky), o četnosti cvičení a správném provedení. Pacient obdržel seznam cviků s popisem pro domácí cvičení.

Na **druhou terapii** (26. 2.) přichází pacient po týdnu domácího cvičení. Pacient hned na začátku terapie přiznává, že cvičil pravidelně 3x – 4x denně, ale ztratil seznam cviků aktivních neurodynamických technik a některé zapomněl. Vzhledem k této skutečnosti byl pacient poučen o důležitosti správného domácího cvičení a obdržel seznam nový. Poté jsme zahájili vyšetření a terapii shodnou prvnímu setkání. Po terapii pacient předvedl provedení domácích cviků, ty zacvičil dobře bez potřeby větší korekce.

Na **třetí terapii** (5. 3.) přichází pacient opět po týdnu. Udává pravidelné domácí cvičení, obvykle 4x denně. Terapie a vyšetření byli shodné s předešlými. Subjektivně pociťuje lehké rozbouření parestezií, které se vyskytují večer po práci. Zadané cvičení však tyto obtíže pomáhá mírnit. Ke konci terapie pacient opět předvedl sérii domácího cvičení už bez jakékoliv nutnosti opravy.

**Čtvrtá terapie** (12. 3.) a zároveň poslední proběhla opět po týdnu. Pacient nevynechal žádné cvičení a pokračoval jako doposud. Průběh terapie probíhá shodně. Pacient však vykazuje oproti první terapii větší psychickou pohodu, při pasivních neurodynamických technikách je více relaxovaný a důvěřuje terapeutovi. Stav obtíží se nijak neliší od začátku terapie.

**Pátá terapie** (19. 3.) se uskutečnila po měsíci od prvního sezení. Tento poslední den již nebyly prováděny žádné techniky neurodynamiky, jednalo se pouze o konečné vyšetření, které mělo, respektive nemělo prokázat účinek celé série terapií.

### 5.4.3 Vyšetření pacienta č. 1

*Tabulka 1 Vyšetření diskriminačního čítí u pacienta č. 1*

	Palec		Ukazovák		Thenar	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Terapie 1						
Před terapií	3	3	3	4	6	8
Po terapii	3	3	3	3	6	7
Terapie 2						
Před terapií	3	3	3	4	6	8
Po terapii	3	3	3	3	6	7
Terapie 3						
Před terapií	3	3	4	4	6	8
Po terapii	3	3	3	4	6	8
Terapie 4						
Před terapií	3	3	3	4	6	8
Po terapii	3	3	3	3	6	7

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 2 Vyšetření taktilního čítí u pacienta č. 1*

	Terapie 1		Terapie 2		Terapie 3		Terapie 4	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá

Před terapií	8/10	6/10	8/10	7/10	7/10	6/10	8/10	7/10
Po terapii	9/10	9/10	10/10	9/10	10/10	9/10	9/10	8/10

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 3 Vyšetření termického čítí u pacienta č. 1*

	Terapie 1		Terapie 2		Terapie 3		Terapie 4	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Před terapií	6/10	5/10	7/10	6/10	5/10	6/10	6/10	6/10
Po terapii	7/10	7/10	6/10	6/10	7/10	5/10	8/10	6/10

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 4 Vyšetření svalové síly u pacienta č. 1*

	Terapie 1		Terapie 2		Terapie 3		Terapie 4	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Před terapií	115	120	110	115	110	120	115	120
Po terapii	120	130	120	120	120	125	120	125

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 5 Konečné vyšetření u pacienta č. 1 po 4 týdnech terapie*

	Pravá	Levá
Diskriminační čítí – palec	3	3
Diskriminační čítí – ukazovák	3	4
Diskriminační čítí – thenar	6	8
Taktilní čítí	8/10	7/10
Termické čítí	6/10	6/10

Svalová síla	115	120
--------------	-----	-----

*Zdroj: Vlastní*

#### **5.4.4 Kazuistika 2**

žena, 60 let

Diagnóza: Syndrom karpálního tunelu bilaterálně

OA: pacientka prodělala běžná dětská onemocnění, roku 1993 císařský řez, 2006 operace halux valgus vpravo, roku 2016 hysterektomie, roku 2020 operace šedého zákalu, pacientka neprodělala žádné velké úrazy, pravačka, nekuřačka, alkohol příležitostně, káva 2x denně

RA: matka zemřela roku 2013 na CMP, předtím Alzheimerova choroba, otec zemřel roku 2007 na karcinom tlustého střeva, sourozence nemá

AA: neguje

FA: neužívá žádné léky

GA: 1x porod císařským řezem, roku 2016 laparoskopická hysterektomie

PA: pacientka pracuje jako účetní, provádí běžkou kancelářskou činnost, pracuje převážně s počítačem, sedí 8 hodin denně

SA: žije s manželem v rodinném domě

SpA: každý den cvičení dle Ludmily Mojžíšové, 2x týdně jiná pohybová aktivita, převážně kolo, chůze, plavání, tenis

NO: pacientka přichází na rehabilitaci po vyšetření na neurologii pro parestezie na obou rukách, převážně 1 – 3 prstu, více vpravo, pacientka používá dlahu na noc na zmírnění obtíží, potíže pocíťuje nejvíce v práci při psaní na klávesnici a práci s myší, jako úlevové udává svěšení rukou podél těla, protřepání a krátké pauzy při práci

#### **5.4.5 Průběh fyzioterapie u pacienta č. 2**

Terapie probíhala od 18. 2. 2021 do 18. 3. 2021. Pacientka docházela na rehabilitaci 1x týdně každý čtvrtek.

Při **první terapii** (18. 2.) byla pacientka informována o budoucím průběhu terapie a vyšetření. Tentýž den byla pacientka seznámena s principy neurodynamiky a byl podepsán informovaný souhlas s účastí na výzkumu. Následovalo první vyšetření a odebrání anamnestických údajů. Vyšetření před terapií zahrnovalo senzitivní vyšetření a měření svalové síly. Po vyšetření následovaly pasivní neurodynamické techniky na obou horních končetinách. Terapie jedné horní končetiny trvala přibližně 4 minuty. Po pasivních technikách následovalo opět vyšetření senzitivity a svalové síly. Na konci první terapie byla pacientka instruována k domácímu cvičení (aktivní neurodynamické techniky) a obdržel podrobný seznam cviků.

Na **druhou terapii** (25. 2.) pacientka přichází po týdnu domácího cvičení. Udává pravidelné cvičení každý den až 5x. Pacientka popisuje subjektivní zlepšení příznaků vždy po cvičení. Terapie a vyšetření se shodují s první návštěvou rehabilitace. Po terapii pacientka předvádí sestavu domácího cvičení, ke druhé terapii je třeba více korektur ke zvýšení kvality prováděných cviků.

Na **třetí terapii** (4. 3.) pacientka přichází opět po týdnu. Tentokrát přiznává, že některé dny v týdnu cvičení úplně vynechala z důvodu časové vytíženosti. Pacientka je poučena u důležitosti pravidelného cvičení. Poté byla provedena terapie a vyšetření shodná s předešlými návštěvami. Ke konci byly opět zkontrolovány cviky k domácímu cvičení, tentokrát bez nutných oprav.

**Čtvrtá terapie** (11. 3.) proběhla opět po týdnu. Pacientka udává pravidelné cvičení 5x denně od posledního sezení. Rehabilitaci vnímá jako pozitivní, ale žádné změny zdravotního stavu od první terapie nepocituje. I přesto si danou sérii cviků chválí, protože bezprostředně po ní se cítí lépe. Poslední terapie a vyšetření se shodovalo s ostatními.

**Pátá terapie** (18. 3.) se uskutečnila po měsíci od prvního sezení. Tento poslední den již nebyly prováděny žádné techniky neurodynamiky, jednalo se pouze o poslední vyšetření, které mělo či nemělo prokázat účinek celé série terapií.



## 5.4.6 Vyšetření pacienta č. 2

Tabulka 6 Vyšetření diskriminačního čítí u pacienta č. 2

	Palec		Ukazovák		Thenar	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Terapie 1						
Před terapií	3	2	2	2	5	5
Po terapii	2	2	2	2	5	5
Terapie 2						
Před terapií	3	2	2	2	5	5
Po terapii	3	2	2	2	5	4
Terapie 3						
Před terapií	3	2	2	2	5	5
Po terapii	3	2	2	2	5	4
Terapie 4						
Před terapií	3	2	2	2	5	5
Po terapii	2	2	2	2	5	5

Zdroj: Vlastní

Tabulka 7 Vyšetření taktálního čítí u pacienta č. 2

	Terapie 1		Terapie 2		Terapie 3		Terapie 4	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Před terapií	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
Po terapii	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10

Zdroj: Vlastní

*Tabulka 8 Vyšetření termického čítí u pacienta č. 2*

	Terapie 1		Terapie 2		Terapie 3		Terapie 4	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Před terapií	7/10	8/10	7/10	5/10	7/10	9/10	7/10	8/10
Po terapii	7/10	8/10	7/10	6/10	8/10	9/10	8/10	8/10

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 9 Vyšetření svalové síly u pacienta č. 2*

	Terapie 1		Terapie 2		Terapie 3		Terapie 4	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Před terapií	60	45	60	40	60	45	60	45
Po terapii	65	45	60	45	65	45	60	45

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 10 Konečné vyšetření u pacienta č. 2 po 4 týdnech terapie*

	Pravá	Levá
Diskriminační čítí – palec	3	2
Diskriminační čítí – ukazovák	2	2
Diskriminační čítí – thenar	5	5
Taktilní čítí	10/10	10/10
Termické čítí	7/10	8/10
Svalová síla	60	45

*Zdroj: Vlastní*

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Výsledky pro HP1

Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení diskriminačního čítí.

Tabulka 11 Vyšetření diskriminačního čítí v krátkodobém horizontu

	Kazuistika 1						Kazuistika 2					
	Pravá			Levá			Pravá			Levá		
	P.1	P.2	T	P.1	P.2	T	P.1	P.2	T	P.1	P.2	T
Terapie 1												
Před terapií	3	3	6	3	4	8	3	2	5	2	2	5
Po terapii	3	3	6	3	3	7	2	2	5	2	2	5
Zlepšení	0	0	0	0	1✓	1✓	1✓	0	0	0	0	0
Terapie 2												
Před terapií	3	3	6	3	4	8	3	2	5	2	2	5
Po terapii	3	3	6	3	3	7	3	2	5	2	2	4
Zlepšení	0	0	0	0	1✓	1✓	0	0	0	0	0	1✓
Terapie 3												
Před terapií	3	4	6	3	4	8	3	2	5	2	2	5
Po terapii	3	3	6	3	4	8	3	2	5	2	2	4
Zlepšení	0	1✓	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1✓

Terapie 4												
Před terapií	3	3	6	3	4	8	3	2	5	2	2	5
Po terapii	3	3	6	3	3	7	2	2	5	2	2	5
Zlepšení	0	0	0	0	1✓	1✓	1✓	0	0	0	0	0
Legenda: P.1 – palec; P.2 – ukazovák; T – thenar; ✓ - znaménko pro zlepšení												

Zdroj: Vlastní

Tabulka číslo 11 vyjadřuje progres vyšetřovaných (kazuistika 1,2) ve vyšetření diskriminačního čítí v krátkodobém horizontu. Naměřené hodnoty před a po mobilizaci n. medianus během jednotlivých terapií jsou znázorněny v rádcích tabulky. Řádky pojmenované jako Zlepšení znázorňují, o kolik se naši probandi bezprostředně po terapii zlepšili, respektive nezlepšili. Výsledkem v rádcích zlepšení je rozdíl hodnot naměřených před a po terapii.

Tabulka 12 Vyšetření diskriminačního čítí v dlouhodobém horizontu

	Kazuistika 1						Kazuistika 2					
	Pravá			Levá			Pravá			Levá		
	P.1	P.2	T	P.1	P.2	T	P.1	P.2	T	P.1	P.2	T
Začátek terapie	3	3	6	3	4	8	3	2	5	2	2	5
Konec terapie	3	3	6	3	4	8	3	2	5	2	2	5
Zlepšení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Legenda: P.1 – palec; P.2 – ukazovák; T – thenar; ✓ - znaménko pro zlepšení												

Zdroj: Vlastní

Tabulka číslo 12 vyjadřuje progres vyšetřovaných (kazuistika 1,2) ve vyšetření diskriminačního čítí v dlouhodobém horizontu. V řádcích jsou zanesena data prvního vyšetření získané během prvního sezení a posledního vyšetření během páté terapie.

### Hypotézu HP1 nelze potvrdit

## 6.2 Výsledky pro HP2

Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení taktilního čítí.

Tabulka 13 Vyšetření taktilního čítí v krátkodobém horizontu

	Kazuistika 1		Kazuistika 2	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Terapie 1				
Před terapií	8/10	6/10	10/10	10/10
Po terapii	9/10	9/10	10/10	10/10
Zlepšení	1✓	3✓	0	0
Terapie 2				
Před terapií	8/10	7/10	10/10	10/10
Po terapii	10/10	9/10	10/10	10/10
Zlepšení	2✓	2✓	0	0
Terapie 3				
Před terapií	7/10	6/10	10/10	10/10
Po terapii	10/10	9/10	10/10	10/10
Zlepšení	3✓	3✓	0	0
Terapie 4				

Před terapií	8/10	7/10	10/10	10/10
Po terapii	9/10	8/10	10/10	10/10
Zlepšení	1✓	2✓	0	0
Legenda: ✓ - znaménko pro zlepšení				

*Zdroj: Vlastní*

Tabulka číslo 13 hodnotí zlepšení našich probandů ve vyšetření taktilního čítí bezprostředně po použití prvků mobilizace periferních nervu dle Butlera v krátkodobém horizontu. Řádky označené jako Zlepšení označují progres během jednotlivých terapií získaný rozdílem hodnot naměřených před a po terapii.

*Tabulka 14 Vyšetření taktilního čítí v dlouhodobém horizontu*

	Kazuistika 1		Kazuistika 2	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Začátek terapie	8/10	6/10	10/10	10/10
Konec terapie	8/10	7/10	10/10	10/10
Zlepšení	0	1✓	0	0
Legenda: ✓ - znaménko pro zlepšení				

*Zdroj: Vlastní*

Tabulka číslo 14 znázorňuje progres probandů při vyšetření taktilního čítí v dlouhodobém horizontu. V řádcích jsou zachycena data získané v prvním měření při první terapii a z posledního měření během páté terapie. Výsledky v řádku Zlepšení jsou rozdíly naměřených hodnot po čtyřech týdnech terapie.

**Hypotézu HP2 nelze potvrdit**

### 6.3 Výsledky pro HP3

Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení termického čítí.

Tabulka 15 Vyšetření termického čítí v krátkodobém horizontu

	Kazuistika 1		Kazuistika 2	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Terapie 1				
Před terapií	6/10	5/10	7/10	8/10
Po terapii	7/10	7/10	7/10	8/10
Zlepšení	1✓	2✓	0	0
Terapie 2				
Před terapií	7/10	6/10	7/10	5/10
Po terapii	6/10	6/10	7/10	6/10
Zlepšení	-1×	0	0	1✓
Terapie 3				
Před terapií	5/10	6/10	7/10	9/10
Po terapii	7/10	5/10	8/10	9/10
Zlepšení	2✓	-1×	1✓	0
Terapie 4				
Před terapií	6/10	6/10	7/10	8/10
Po terapii	8/10	6/10	8/10	8/10
Zlepšení	2✓	0	1✓	0
Legenda: ✓ - znaménko pro zlepšení; × - znaménko pro zhoršení				

Zdroj: Vlastní

Tabulka číslo 15 znázorňuje progres výsledků termického čítí v krátkodobém horizontu. Výsledky vyšetření před terapií a bezprostředně pro ni během jednotlivých

terapií jsou zaneseny v řádcích. Dále řádky s označením Zlepšení ukazují zlepšení probandů v termickém čítí po použití prvků mobilizace nervů dle Butlera.

*Tabulka 16 Vyšetření termického čítí v dlouhodobém horizontu*

	Kazuistika 1		Kazuistika 2	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Začátek terapie	6/10	5/10	7/10	8/10
Konec terapie	6/10	6/10	7/10	8/10
Zlepšení	0	1✓	0	0
Legenda: ✓ - znaménko pro zlepšení				

*Zdroj: Vlastní*

Tabulka číslo 16 znázorňuje výsledky vyšetření termického čítí v dlouhodobém horizontu. V řádcích jsou zanesena data pořízená na začátku první terapie a po čtyřech týdnech během páté terapie.

### **Hypotézu HP3 nelze potvrdit**

## **6.4 Výsledky pro HP4**

Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení svalové síly.

*Tabulka 17 Vyšetření svalové síly v krátkodobém horizontu*

	Kazuistika 1		Kazuistika 2	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Terapie 1				
Před terapií	115	120	60	45
Po terapii	120	130	65	45
Zlepšení	5✓	10✓	5✓	0



Terapie 2				
Před terapií	110	115	60	40
Po terapii	120	120	60	45
Zlepšení	10✓	5✓	0	5✓
Terapie 3				
Před terapií	110	120	60	45
Po terapii	120	125	65	45
Zlepšení	10✓	5✓	5✓	0
Terapie 4				
Před terapií	115	120	60	45
Po terapii	120	125	60	45
Zlepšení	5✓	5✓	0	0
Legenda: ✓ - znaménko pro zlepšení				

*Zdroj: Vlastní*

Tabulka číslo 17 zobrazuje výsledky testu svalové síly v krátkodobém horizontu během jednotlivých terapií. Řádky z označením Zlepšení vyjadřují progres probandů ve svalové síle měřené před terapií a bezprostředně po ni.

*Tabulka 18 Vyšetření svalové síly v dlouhodobém horizontu*

	Kazuistika 1		Kazuistika 2	
	Pravá	Levá	Pravá	Levá
Začátek terapie	115	120	60	45
Konec terapie	115	120	60	45
Zlepšení	0	0	0	0

Legenda: ✓ - znaménko pro zlepšení

*Zdroj: Vlastní*

Tabulka číslo 18 zobrazuje výsledky testu svalové síly v dlouhodobém horizontu. Výsledky byly získány na začátku první terapie a po čtyřech týdnech na poslední páté terapii.

**Hypotézu HP4 nelze potvrdit**

## 7 DISKUZE

Výzkumným souborem této bakalářské práce byli dvě osoby, muž a žena s diagnostikovaným úžinovým syndromem, konkrétně se syndromem karpálního tunelu bilaterálně. Sledovací období probandů trvalo čtyři týdny, během kterých probandi navštívili ambulantní rehabilitaci celkem 5x. Během celého čtyřtýdenního sledovacího období naši probandi měli zadáno domácí cvičení, které měli opakovat 5x denně. Již při první návštěvě rehabilitace odstartovala série pasivních neurodynamických technik dle Butlera aplikovaných na nervus medianus. Z celkových pěti setkání byli probandi podrobeni těmto pasivním technikám celkem 4x, během páté a poslední terapie proběhlo pouze poslední konečné vyšetření. Jednotlivé návštěvy měly jednotnou formu, po příchodu na rehabilitaci jsme provedli vyšetření senzitivního cití a změřili svalovou sílu, poté následovaly zmíněné pasivní neurodynamické techniky a bezprostředně po ukončení cvičení jsme opakovali senzitivní vyšetření a test svalové síly. Pro každou hypotézu byla studie rozdělena na dvě oblasti, na krátkodobý a dlouhodobý terapeutický účinku.

Při definování hypotéz jsme vycházeli z teoretických podkladů popsaných autory zabývajícími se mobilizací nervů. Při úžinových syndromech, kam spadá i SKT jsou nervy vystaveny kompresi, která vede k patofyziologickým pochodům v nervu. Do těchto patomechanismů patří především omezený přístup arteriální krve, zhoršené vedení vzruchů a proudění endoplazmy v rámci axonálního transportu. (Butler 1991; Shaclock, 2007) Dysfunkce periferní inervace u SKT, projevující se hmatovými poruchami, může být důsledkem změn viskoelasticity nervu způsobených ischemií. Viskoelastické vlastnosti ovlivňují především techniky „tensioner“, je však nutná zvýšená opatrnost na dlouhodobější napínání. Nervový streč zúží průměr nervu, což vede k redukci krevního průtoku. Zlepšení viskoelastických vlastností může vysvětlit lepší výsledek po použití neurodynamických technik. Tento přístup teoreticky zvyšuje účinnost fyziologických procesů uvnitř nervu a zlepšuje narušenou neuromechaniku. (Wolny 2019; Shaclock, 2007)

HP1: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení diskriminačního cití.

Při každé jedné terapii probíhalo vyšetření diskriminačního cití podle Opavského (2003). Tato studie měla objasnit vliv prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera na diskriminační cití v area nervinae nervus medianus při diagnóze syndrom karpálního

tunelu bilaterálně u našich probandů. Zlepšení diskriminačního cití se sice bezprostředně po terapii objevilo, ale jen v 23 % ze všech provedených měření. U žádného z případů nedošlo ke zhoršení diskriminačního cití po provedené terapii. V rámci dlouhodobého časového horizontu nedošlo ke zlepšení diskriminačního cití ani v jedné z vyšetřovaných oblastí u žádného z probandů. Nejnižší naměřené výsledky diskriminačního cití jsme zaznamenali na konečcích prvního a druhého prstu, kdy bylo naměřeno až 2 mm. Tento výsledek je odpovídající faktu, že nejhustější síť mechanoreceptorů je právě v této oblasti. Ke zlepšení diskriminačního cití ale docházelo nejčastěji v oblasti thenaru, kde bylo průměrně naměřeno 6 mm. Fakt, že ke zlepšení diskriminačního cití docházelo nejčastěji, konkrétně v 46 %, v oblasti thenaru přisuzuji použitému dvoubodovému diskriminátoru. Předpokládám, že při použití diskriminátoru s digitální stupnicí, který je schopen rozpoznat vzdálenosti menší než milimetr bychom dokázali zaznamenat i znatelně menší zlepšení, což bychom využili právě na konečcích prstů, kde je vzdálenost 1 mm příliš velká na zaznamenání zlepšení. Studie publikována na serveru *Jurnal of Hand Therapy* také nepotvrdila 100 % účinnost obdobné terapie. Zabývala se efektem manuální terapie a neurodynamiky na diskriminační cití (two-point discrimination) u pacientů se syndromem karpálního tunelu. I když v bezprostředně po terapii zaznamenali zlepšení dvoubodové diskriminace, tak jejich získaná data neumožňují vyvodit jednoznačné závěry o vlivu neurodynamických technik na diskriminační cití. (Wolny, 2016) Jiná studie z roku 2019 sledovala pacienty se syndromem karpálního tunelu po dobu šesti měsíců po léčbě založené na neurodynamických technikách. Dvoubodová diskriminace zůstala šest měsíců po léčbě nezměněna. (Wolny, 2019)

HP2: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení taktilního cití.

Další z vyšetřovaných modalit senzitivity bylo v naší bakalářské práci vyšetření taktilního cití za použití monofilamenta. Tato studie měla prokázat vliv prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera na taktilní cití vyšetřovaného v oblasti *area nervinae nervus medianus*. Vliv mobilizace byl monitorován ve dvou zvolených oblastech, v krátkodobém a dlouhodobém časovém horizontu. Po mobilizaci se jevily známky zlepšení v oblasti taktilního cití, celkem se zlepšení projevilo v 50 % případů měření. Tento výsledek je ovšem zavádějící kvůli výsledkům získaných u pacienta č. 2, který při každém vyšetření taktilního cití dosáhl plného skóre a neměl se tedy kam zlepšovat. Jinak tomu bylo u pacienta č. 1, kde se zlepšení projevilo u 100 % případů měření. Monofilamentum působí

na kůži tlakem pouhých 10 g, malá síla na to, aby zaktivovala mechanoreceptory ukryté pod silnější vrstvou zrohovatělé kůže. V této oblasti jsme sledovali kontrast mezi našimi probandy, kdy proband č. 1 pracuje jako zámečnický a proband č. 2 jako účetní. Jako jednu z příčin horších výsledků pacienta č. 1 odhadujeme poškozené ruce prací s mozoly. V těchto místech pacient č. 1 dotyk filamenta necítil, ale ne z důvodu horší nervové aferentace, ale díky silnějším vrstvám kůže. Ve vyšetření taktilního čítí jsme se snažili takovým místům vyhýbat. Ani v rámci dlouhodobého časového horizontu nemůžeme hypotézu potvrdit, ke zlepšení taktilního čítí došlo, ale jen v jednom ze čtyř případů. Odlišných výsledků dosáhla studie vyšetřující soubor lidí s lézí unárního nervu. Tato studie využívala kompenzačních cviků včetně neurodynamické mobilizace nervus ulnaris a mimo jiné vyšetřovala vliv neurodynamického cvičení na povrchovou citlivost. Sledovací období této studie trvalo 3 měsíce, po této době byli pacienti vyšetřeni a bylo zjištěno zlepšení snížené intenzity taktilního čítí. Předpokládáme, že odlišné výsledky se odvíjí z odlišně dlouhého sledovacího období. (Máslová, a další, 2013)

HP3: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení termického čítí

U třetí hypotézy jsme vyšetřovali, zda dojde po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera ke zlepšení termického čítí našich probandů. Studii jsme pro hypotézu rozdělili na dvě oblasti. V rámci krátkodobého horizontu došlo ke zlepšení termického čítí ve 44 % případů měření. Žádný účinek terapie se objevil rovněž ve 44 % z celkového počtu vyšetření. Ze všech vyšetřovaných modalit senzitivity v naší bakalářské práci bylo termické čítí jediné, kde se při vyšetření prokázalo zhoršení, konkrétně ve 12 % měření. Zhoršení se vždy projevilo u probanda č. 1., zhoršeným výsledkům předcházelo vždy překrvení končetin, jednou během druhé terapie na pravé ruce, jednou během třetí terapie na levé ruce probanda č. 1. Vyšetřovaný ještě před začátkem terapie hlásil subjektivní překrvení a pálení v rukách. Aspekčně bylo vidět zarudnutí v oblasti dlaně a palpačně končetina vykazovala vyšší teplotu. Předpokládáme, že tento jev je zodpovědný za zhoršení senzitivity na přikládané teplé a studené podněty. V rámci dlouhodobého aspektu se zlepšení termického čítí projevilo pouze v jednom ze čtyř případů.

HP4: Předpokládáme, že po použití prvků mobilizace periferních nervů dle Butlera dojde ke zlepšení svalové síly.

U čtvrté hypotézy jsme hodnotili vliv mobilizace periferních nervů dle Butlera na svalovou sílu vyšetřovanou dynamometrem. Studie byla rozdělena, stejně jako u předešlých hypotéz na dvě oblasti, na vliv mobilizace v krátkodobém a dlouhodobém časovém horizontu. V krátkodobém horizontu jsme shromažďovali výsledky měření svalové síly, které měli prokázat zvýšení svalové síly bezprostředně po terapii. Při tomto šetření jsme zjistili zvýšení svalové síly v 38 % případů. Kdybychom se soustředili na výsledky jednotlivých kazuistik samostatně, tak měření u probanda č. 1 zaznamenalo 100 % účinnost terapie na svalovou sílu. U probanda číslo dvě došlo ke zlepšení v pouhých 38 %. V dlouhodobém horizontu jsme z nasbíraných dat neobjevili žádné zvýšení svalové síly. Vliv nervové mobilizace na svalovou sílu ukazuje studie (Wolny, 2019), která vliv nervové mobilizace na sílu potvrzuje, ale stejně jako v naší bakalářské práci zaznamenali známky zlepšení pouze bezprostředně po terapii. Pacienti se syndromem karpálního tunelu byli pozorováni po dobu šesti měsíců po léčbě založené na neurodynamických technikách.

## ZÁVĚR

Naší snahou bylo prokázat vliv mobilizace periferních nervů dle Butlera na fyziologické pochody uvnitř nervu, které přímo souvisí se schopností vodivosti nervu. Předpokládali jsme, že nervovou mobilizací dojde ke zlepšení stávající senzitivity a svalové síly u pacientů se syndromem karpálního tunelu. V práci jsme si nepotvrdili ani jednu ze čtyř hypotéz, to ovšem neznamená, že studie nezachytila žádné známky zlepšení senzitivity a síly. Účinek aplikovaných neurodynamických technik se měl tendence projevit v krátkodobém časovém horizontu. Bezprostředně po terapii probandí vykazovali zlepšení naskrz všemi vyšetřovanými modalitami. Výsledky však nebyly dostačující pro jednoznačné potvrzení hypotéz. U dlouhodobých účinků takový závěr udělat nelze, měření po měsíci terapie neukázalo takřka žádné zlepšení. Studii jsme záměrně měli rozdělenou na dvě oblasti, vliv krátkodobý a dlouhodobý. Již při vzniku hypotéz jsme uvažovali, jaká z oblastí je podstatnější. Absence výsledků potvrzující dlouhodobý efekt je trochu zklamáním, protože se zdá, že právě dlouhodobé účinky jsou důležitější. Jsou tím, co od správně nastavené terapie očekáváme a jsou ty jediné, co mohou významně zlepšit zdraví pacienta.

## SEZNAM LITERATURY

AMBLER, Zdeněk. Neurologie pro studenty lékařské fakulty. 5. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0894-4.

AMBLER, Zdeněk. Poruchy periferních nervů. Praha: Triton, 2013. ISBN 978-80-7387-705-7.

BARRAL, J a Alain CROIBIER. Manual therapy for the peripheral nerves. New York: Churchill Livingstone/Elsevier, 2007. ISBN 04-431-0307-0.

BOVE, Geoffrey M. a Alan R. LIGHT. The nervi nervorum. Pain Forum [online]. 1997, 6(3), 181-190 [cit. 2021-03-29]. ISSN 10823174. Dostupné z: doi:10.1016/S1082-3174(97)70011-4

BUTLER, David S. Edited by David a [Neuro Orthopaedic INSTITUTE]. The neurodynamic techniques a definitive guide from the Noigroup team. Reprinted. Adelaide City West, South. Australia: Published by Noigroup Publications for NOI Australasia, 2005. ISBN 09-750-9101-8.

BUTLER, David S. The sensitive nervous systém. Reprinted. Adelaide City West, South Australia: Noigroup Publication for NOI Australasia, 2000. ISBN 0-9750910-2-6

BUTLER, David S. With a contribution by Mark A. JONES a Artwork by Richard GORE. Mobilisation of the nervous system. Reprinted. Melbourne: Churchill Livingstone, 1991. ISBN 04-430-4400-7.

ČIHÁK, Radomír, Rastislav DRUGA a Miloš GRIM. Anatomie 3. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-1132-4.

DIERLMEIER, Daniel. Nervový systém v osteopatii: periferní nervy, mozkomíšní pleny, vegetativní systém. Přeložila Mária SCHWINGEROVÁ. Olomouc: Poznání, 2018. ISBN 978-80-87419-72-4.

DYLEVSKÝ, Ivan. Speciální kineziologie. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

ELIŠKOVÁ, Miloslava a Ondřej NAŇKA. Přehled anatomie. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 978-80-246-1216-4.



KOLÁŘ, Pavel. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

LÜLLMANN-RAUCH, Renate. Histologie. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3729-4.

MÁSLOVÁ, Veronika, Marie NAKLÁDALOVÁ a Jana MAREČKOVÁ. Kompenzační cviky u pacientů s profesionální lézí ulnárního nervu v oblasti lokte. Pracovní lékařství [online]. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2013(1 - 2), 19 - 24 [cit. 2021-03-26]. ISSN 00326291. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/pracovni-lekarstvi/2013-1-2/kompenzacni-cviky-u-pacientu-s-profesionalni-lezi-ulnarniho-nervu-v-oblasti-lokte-41193>

MOUREK, Jindřich. Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3918-2.

NICHOLLS, John G. Od neuronu k mozku. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2155-7.

OPAVSKÝ, Jaroslav. Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0625-X

PETŘEK, Josef. Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2208-0.

PODĚBRADSKÁ, Radana. Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 9788027108749.

RIGOARD, Philippe. Atlas of Anatomy of the Peripheral Nerves: The Nerves of the Limbs – Student Edition. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2017. ISBN 978-3-319-43088-1

SHACKLOCK, Michael. Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment. Reprinted. Edinburg [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 07-506-5456-2.

WOLNY, Tomasz a Pawel LINEK. Long-term patient observation after conservative treatment of carpal tunnel syndrome: a summary of two randomised

controlled trials. PeerJ [online]. 2019, 7 [cit. 2021-03-26]. ISSN 2167-8359. Dostępne z: doi:10.7717/peerj.8012

WOLNY, Tomasz, Edward SAULICZ, Paweł LINEK, Andrzej MYŚLIWIEC a Mariola SAULICZ. Effect of manual therapy and neurodynamic techniques vs ultrasound and laser on 2PD in patients with CTS: A randomized controlled trial. Journal of Hand Therapy [online]. 2016, 29(3), 235-245 [cit. 2021-03-25]. ISSN 08941130. Dostępne z: doi:10.1016/j.jht.2016.03.006

## PŘÍLOHY

Obrázek 1 ULNT1- výchozí a konečná pozice



*Zdroj: Vlastní*

Obrázek 2 ULNT2 - výchozí a konečná pozice



*Zdroj: Vlastní*

Obrázek 3 Technika „tensioner“ v pozici ULNT1



Zdroj: Vlastní

Obrázek 4 Technika „slider“ v pozici ULNT2



Zdroj: Vlastní

Obrázek 5 Technika „slider“ v pozici ULNT1



Zdroj: Vlastní

Obrázek 6, „Sawatdika“



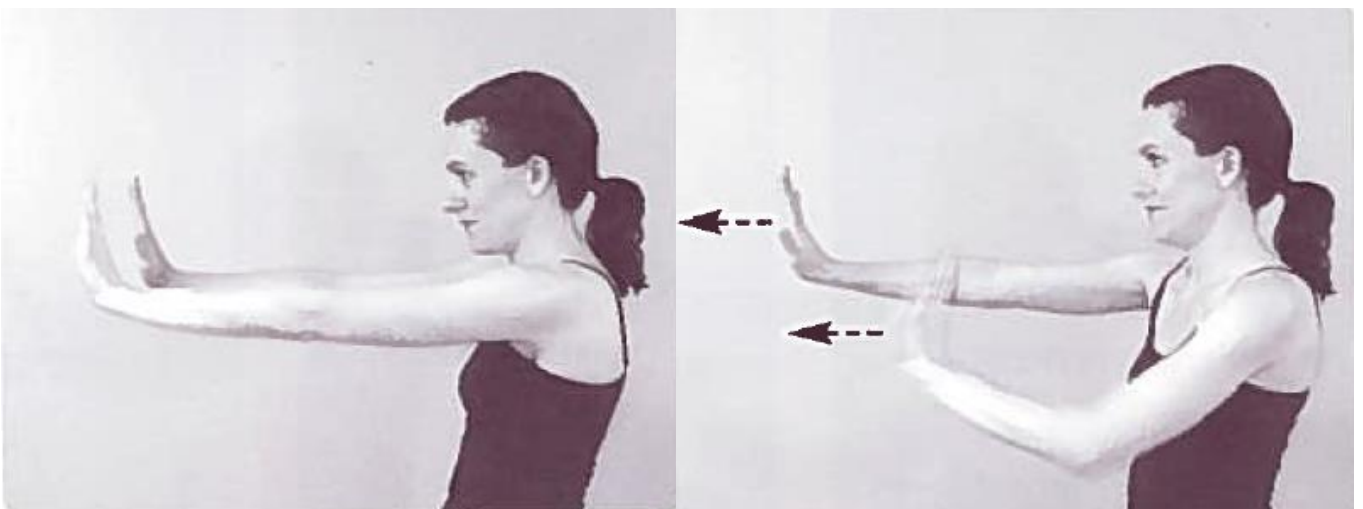
Zdroj: Butler (2005)

Obrázek 7, „finger stretch“, „wrist stretch“



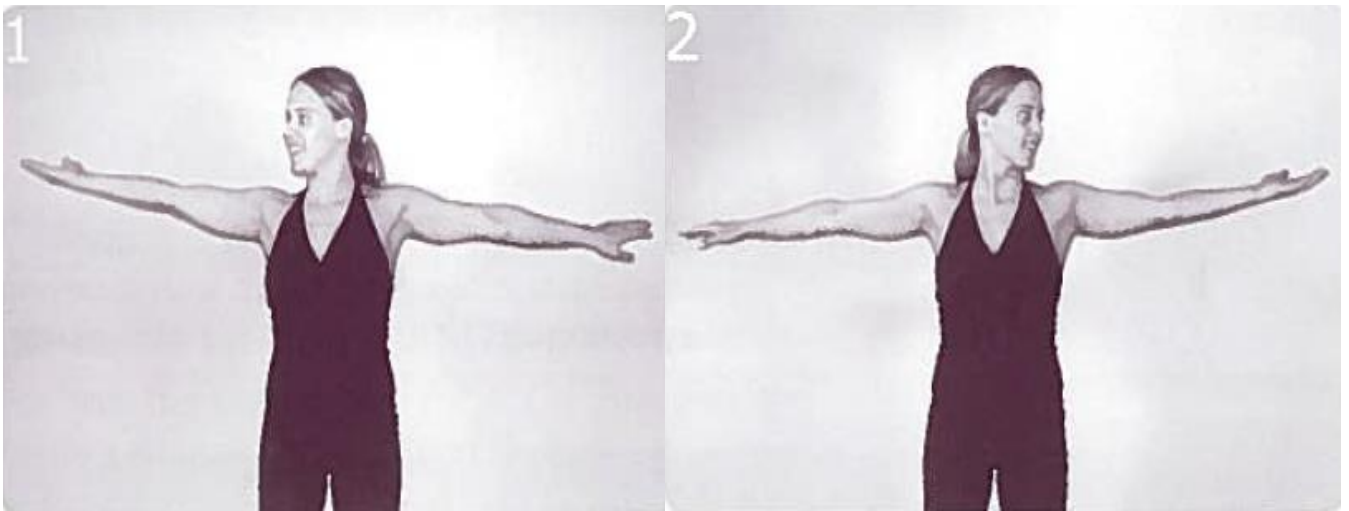
Zdroj: Butler (2005)

Obrázek 8, „No more dishies“



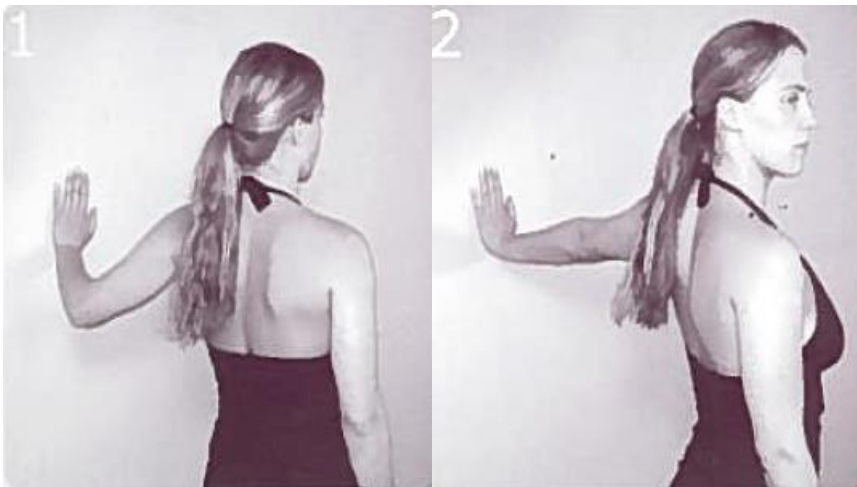
Zdroj: Butler (2005)

Obrázek 9, „Look at your hands“



Zdroj: Butler (2005)

Obrázek 10 „Wall stretch“



Zdroj: Butler (2005)