

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

**METODY REHABILITACE A FYZIOTERAPIE PRO ZLEPŠENÍ ČITÍ U  
PACIENTŮ S POSTIŽENÍM PERIFERNÍHO NEBO CENTRÁLNÍHO  
NERVOVÉHO SYSTÉMU**

Diplomová práce  
(Bakalářská)

Autor: Tereza Konderlová, Katedra fyzioterapie  
Vedoucí práce: prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

Olomouc 2020

**Jméno a příjmení autora:** Tereza Konderlová

**Název závěrečné písemné práce:** Metody rehabilitace a fyzioterapie pro zlepšení čítí u pacientů s postižením periferního nebo centrálního nervového systému

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

**Vedoucí:** prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

**Rok obhajoby:** 2020

**Abstrakt:**

Práce shrnuje dosavadní poznatky o vyšetření čítí, nejčastějších diagnózách s poruchami čítí vyskytujících se ve fyzioterapii a rehabilitaci, a metody pro jeho zlepšení. Práce je rozdělena na teoretickou a speciální část. Část teoretická poskytuje základní informace o čítí, jeho vyšetření a poruchách u centrálního a periferního nervového systému. Obsahem práce jsou také standardizované testy používané při vyšetření čítí. Podrobněji jsou v práci zpracovány současné metody pro zlepšení čítí používané v České republice i v zahraničí. Speciální část obsahuje kazuistiky pacientů s diagnózou syndromu karpálního tunelu a cévní mozkovou příhodou včetně návrhu krátkodobého a dlouhodobého rehabilitačního plánu. Práce poukazuje na důležitost neurologického vyšetření čítí ve fyzioterapii a rehabilitaci.

**Klíčová slova:**

Čítí, poruchy čítí, reedukace čítí, rehabilitace, fyzioterapie

**Author's first name and surname:** Tereza Konderlová

**Title of the thesis:** Methods of rehabilitation and physiotherapy for improvement of sensation in patients with peripheral or central nervous system disorder

**Department:** Department of Physiotherapy, Faculty of Physical Culture, Palacký University Olomouc

**Supervisor:** prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

**The year of presentation:** 2020

**Abstract:**

The thesis summarises existing findings about sensory examinations, the most common diagnoses of sensory disorders occurring in physiotherapy and rehabilitation, and methods for their improvement. The thesis is divided into a theoretical and a special part. The theoretical part provides basic information about perception, its examination, and disorders in the central and peripheral nervous system. The thesis also includes standardised tests used in the examination of the senses. Current methods for improving sensory perception used in the Czech Republic and abroad are also subsequently elaborated. The special part contains case studies of patients with a diagnosis of carpal tunnel syndrome and stroke, including a proposal for a short-term and long-term rehabilitation plan. The thesis points out the significance of neurological sensory examinations in physiotherapy and rehabilitation.

**Keywords:**

Sensation, sensation impairment, reeducation of sensation, sensation rehabilitation, rehabilitation, physiotherapy

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí prof. MUDr. Jaroslava Opavského, CSc., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 12.7 2020

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Zonclerlana".

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce prof. MUDr. Jaroslavu Opavskému, CSc. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Teoretická část .....</b>	<b>11</b>
2.1	Exterocepce a propiocepce.....	11
2.1.1	Senzitivní dráhy .....	11
2.1.2	Senzitivní inervace těla .....	13
2.1.3	Regulace senzitivních funkcí na úrovni CNS .....	16
2.2	Význam kožního čítí .....	17
2.3	Poruchy čítí .....	17
2.3.1	Periferní nervový systém.....	18
2.3.2	Centrální nervový systém.....	18
2.4	Vyšetření senzitivity .....	19
2.4.1	Metody hodnocení čítí .....	20
2.4.2	Klinické vyšetření čítí .....	21
2.4.3	Quantitative sensory testing .....	25
2.4.4	Laboratorní metody.....	28
2.4.5	Porovnání vyšetřovacích metod.....	30
2.4.6	Testování somatosenzorických funkcí pomocí standardizovaných protokolů.....	31
2.5	Nejčastější diagnózy s poruchami čítí objevující se v rehabilitaci .....	36
2.5.1	Cévní mozkové příhody .....	36
2.5.2	Roztroušená skleróza .....	37
2.5.3	Míšní symptomatika .....	38
2.5.4	Kořenové syndromy.....	39
2.5.5	Mononeuropatie.....	40
2.5.6	Polyneuropatie.....	45
2.5.7	Stav po replantaci a revaskularizaci tkání .....	47
2.6	Metody fyzioterapie a rehabilitace pro zlepšení čítí .....	48
2.6.1	Aktivní trénink senzitivity u CMP .....	48
2.6.2	Aktivní trénink senzitivity po poškození periferních nervů .....	51
2.6.3	Pasivní trénink senzitivity .....	54
2.6.4	Stimulace exteroceptorů.....	57
2.6.5	Shrnutí kapitoly .....	58

<b>3</b>	<b>Speciální část.....</b>	<b>59</b>
3.1.1	Kazuistika č. 1 .....	59
3.1.2	Kazuistika č. 2 .....	64
<b>4</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>Souhrn.....</b>	<b>72</b>
<b>7</b>	<b>Summary.....</b>	<b>73</b>
<b>8</b>	<b>Referenční seznam .....</b>	<b>74</b>

## Seznam zkratk

<b>CDT</b>	Prahová hodnota detekce chladu
<b>CMP</b>	Cévní mozková příhoda
<b>CNS</b>	Centrální nervový systém
<b>CPT</b>	Práh bolesti pro chladné podněty
<b>DFNS</b>	Deutscher Forschungsverbund Neuropathischer Schmerz (German Research Network on Neuropathic Pain)
<b>DM</b>	Diabetes mellitus
<b>DN</b>	Diabetická neuropatie
<b>EMG</b>	Elektromyografie
<b>EP</b>	Evokované potenciály
<b>FMA</b>	Fugl-Meyer Assessment
<b>FMT</b>	Fabric Matching Test (test srovnávání povrchů látek)
<b>HPT</b>	Práh bolesti pro tepelné podněty
<b>CHEPs</b>	Contact Heat Evoked Potentials (evokované potenciály vyvolané kontaktním teplem)
<b>LEPs</b>	Laser Evoked Potentials (evokované potenciály vyvolané laserem)
<b>M I</b>	Primární motorická korová oblast
<b>MDT</b>	Práh pro detekci mechanického stimulu
<b>MIRE</b>	Monochromatic infrared therapy
<b>MPS</b>	Práh mechanické senzitivity pro bolest
<b>MPT</b>	Práh bolesti pro mechanický ostrý stimul
<b>MTP</b>	Moving Touch-Pressure Test (test pro pohybující se tlakový dotyk)
<b>n.</b>	nervus
<b>ncl.</b>	nucleus
<b>nn.</b>	nervi
<b>NSA</b>	Nottingham Sensory Assessment (nottinghamské hodnocení sensorických funkcí)
<b>PHS</b>	Počet paradoxních tepelných vjemů
<b>PNS</b>	Periferní nervový systém
<b>PPT</b>	Práh pro bolest vyvolanou tlakem
<b>QST</b>	Quantitative sensory testing
<b>RASP</b>	Rivermead Assesment of Somatosensory Performance (rivermeadské hodnocení somatosenzorických funkcí)



<b>RPSS</b>	Repetitive peripheral nerve stimulation
<b>RS</b>	Roztroušená skleróza
<b>S I</b>	Primární somatosenzorická korová oblast
<b>S II</b>	Sekundární somatosenzorická korová oblast
<b>SEPs</b>	Somatosenzorické evokované potenciály
<b>SES</b>	Sensory-amplitude electrical stimulation
<b>SGS</b>	Sensory Glove System
<b>SPT</b>	Tractus spinothalamicus
<b>STI</b>	Shape/Texture Identification Test (test pro identifikaci tvaru a kvality povrchu)
<b>STP</b>	Sustained Touch-Pressure Test ( <i>test pro stálý tlakový dotyk</i> )
<b>TDT</b>	Tactile discrimination test ( <i>test taktilní diskriminace</i> )
<b>TSL</b>	Alternace mezi chladovým a tepelným prahem
<b>VDT</b>	Práh pro detekci vibrací
<b>WDT</b>	Prahová hodnota detekce tepla

# 1 Úvod

Problematika senzitivního deficitu je velmi často opomíjenou součástí neurologického vyšetření i terapie a není ji v dnešní době věnována příslušná pozornost. Poruchy čítí se vyskytují napříč mnoha diagnózám, se kterými se fyzioterapeuti setkávají v každodenní praxi. Nelze však senzitivitu čistě oddělit od motoriky, jelikož se navzájem ovlivňují. Reedukace senzitivních funkcí tedy probíhá současně s těmi motorickými. Faktem však zůstává, že bez senzitivity by motorika byla velmi nesnadno ovlivnitelná. Toto se projeví například u ruky, která vykonává pohyby jemné motoriky.

*„Motoricky schopná, ale necitlivá ruka může dosáhnout jen o málo více než mechanická  
protéza“*

(Maňák, 2008, 24).

*„Without sensation the hand is blind“*

(Shieh et al., 1995).

Terapie poruch čítí se v současné době opírá o poznatky plasticity mozku, a to nejen u poruch centrálního nervového systému, ale také u poruch periferních nervů. V této práci se budu zabývat zejména poruchami exterocepce se zaměřením na mechanocepci. Cílem práce je zpracovat problematiku senzitivního deficitu, popsat diagnózy, u kterých se vyskytují poruchy čítí, se kterými se setkáváme v rehabilitaci, a nakonec popsat metody fyzioterapie a rehabilitace pro jejich zlepšení. Dalším cílem této bakalářské práce je poukázat na důležitost a potřebu vyšetření čítí v praxi.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Exterocepce a propiocepce

Modality povrchové citlivosti (exterocepce) zahrnují dotyk, teplo, chlad a bolest. Každá z modalit má své periferní receptory, odkud je cití dále vedeno až do senzitivní oblasti v parietálním laloku. Na dotyk reagují Merkelova zakončení (Petrovický, 2008), Meissnerova tělíska, na teplo potom Ruffiniho tělíska a na chlad Krauseho tělíska. Na vnímání bolesti se podílejí volná nervová zakončení. Bolest lze také vyvolat neadekvátním podnětem vyšší intenzity i u ostatních receptorů (například vysoká teplota aktivuje vlákna pro bolest) (Seidl, 2015).

Volná nervová zakončení (neopouzdržená) se adaptují pomalu na působící stimul a reagují po celou dobu dráždění, kdežto ostatní opouzdržená zakončení reagují jen na začátku a na konci dráždění – adaptují se tedy rychle. Mezi těmito dvěma typy receptorů existují i přechodné typy. Každý receptor může také reagovat na více senzitivních modalit (hmat, tlak, vibrace, tah, teplo, chlad, bolest). V kloubu se nachází nervová zakončení především pro vnímání bolesti, která jsou podobná těm kožním. Ostatní kloubní nervová zakončení signalizují propioceptivní informace (Petrovický, 2008).

#### 2.1.1 Senzitivní dráhy

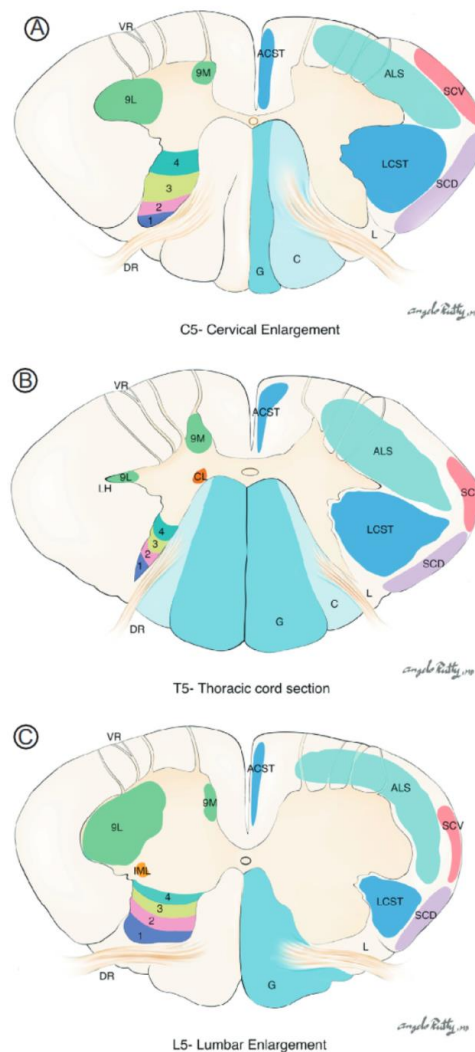
Mezi klinicky nejvýznamnější aferentní dráhy bílé hmoty patří zadní provazce míšní a anterolaterální systém.

##### **Anterolaterální systém**

Anterolaterální systém se nachází v předních a laterálních provazcích míšních (Obrázek 1). Zahrnuje několik aferentních drah, z čehož mezi nejvýznamnější patří tractus spinothalamicus (SPT) – ten se dělí na tractus spinothalamicus anterior (vede informaci o taktilním cití) a tractus spinothalamicus lateralis (vede informaci pro „rychlou“ bolest a teplotu) (Diaz & Morales, 2016). První neuron se nachází v ganglion spinale. Vstupuje do míchy zadními kořeny míšními. Zde v ncl. proprius začíná druhý neuron dráhy a poté se kříží v příslušném segmentu a přechází do druhostranného provazce. Oba trakty postupují dále do thalamu, odkud vybíhá třetí neuron. Jeho vlákna končí v primární senzitivní kůře mozku.

Tr. spinoreticularis je další drahou anterolaterálního systému a vede tzv. „pomalou bolest“. Nachází se v ní nemyelinizovaná vlákna typu C. První neuron se nachází ve spinálním gangliu, druhý neuron potom začíná v zadním rohu míšním a část těchto axonů se kříží. Tato dráha vede v předních a postranních míšních provazcích do retikulární formace, odkud pokračuje tzv. ARAS – ascendentní aktivační systém retikulární formace.

Tr. spinotectalis přenáší podněty z kůže do colliculus superior a inferior a zde jsou zpracovávány se zrakovými a sluchovými informacemi (Druga, Grim & Dubový, 2011).



**Obrázek 1.** Funkční anatomie míchy v oblasti A – krční páteře (C5), B – hrudní páteře (Th5), C – bederní páteře (L5). ACST = tractus corticospinalis anterior; ALS = anterolaterální systém; G = fasciculus gracilis; C = fasciculus cuneatus; LCST = tractus corticospinalis posterior; SCV, SCD = ventrální a dorzální tractus spinocerebellaris (Diaz & Morales, 2016).

## **Dráhy zadních míšních provazců**

Tyto dráhy nacházející se v bílé hmotě míšni v oblasti funiculus posterior jsou složeny ze dvou hlavních svazků: fasciculus cuneatus a fasciculus gracilis. Fasciculus cuneatus je umístěn laterálně, přenáší informaci z horních končetin a nachází se v oblasti C1-Th6. Fasciculus gracilis probíhá mediálně v zadních provazcích míšních, vede informaci z dolních končetin a střední hrudní oblasti a nachází se po celé délce páteře (Obrázek 1). Jejich hlavní funkcí je aferentní přenos proprioceptivní, taktilní a vibrační informace z ipsilaterální strany těla. Souhrnně je tato cesta označována jako mediální lemniskový systém (Diaz & Morales, 2016).

Dráhu pro hluboké čítí jinak nazýváme tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis a jedná se o tříneuronovou dráhu. První neuron začíná v ganglion spinale a tato vlákna vstupují zadními kořeny do míchy a pokračují jako již zmíněné fascikly v zadních míšních provazcích až do nucleus gracilis a cuneatus v prodloužené míše, kde se nachází tělo druhého neuronu. Axony těchto neuronů se kříží na úrovni prodloužené míchy (decussatio lemniscorum) a dále pokračují jako lemniscus medialis až do thalamu. Z thalamu vede třetí neuron, který se nachází v nucleus ventralis posterolateralis a dále běží do primární somatosenzorické kůry mozku (Brodmannova area 3, 1, 2) (Druga, Grim & Dubový, 2011).

### **2.1.2 Senzitivní inervace těla**

Area radicularis je kožní oblast senzitivně inervovaná jedním zadním míšním kořenem. Area radicularis sensitiva inervuje senzitivně oblast periferie jedním míšním segmentem. Tvoří dermatom (oblast kůže) a oblast útroh a svalů, které jsou inervovány jedním míšním segmentem. V případě area radicularis motorica se jedná o oblast svalů (myotom), která je inervovaná z jednoho předního míšního kořene (Rokyta a kol., 2015). Jejich klinický význam spočívá například v diagnostice radikulárního dráždění při útlaku nervového kořenu, nebo při determinaci výše léze u míšního poranění (Lee, McPhee, & Stringer, 2008).

Existuje mnoho různých verzí map dermatomů, mezi autory nepanuje shoda. V minulosti vytvořili mapy například Head & Campbell roku 1900, Foerster v roce 1933, nebo vznikly dodnes používané mapy dermatomů dle Keegan & Garrett z roku 1948. Autoři Lee et al. (2008) vytvořili také jednu z verzí dermatomů, která se však velmi výrazně liší od ostatních. Hovoří také o nekonzistentnosti dermatomů v populaci a jejich vzájemném překrývání. Tato práce bude vycházet ze znázornění dermatomů od Hansen & Schliack (1962) (Obrázek 2), popřípadě co se týče dolních končetin, tak dle již zmíněných autorů Keegana a Garretta z roku 1948 (Obrázek 3).

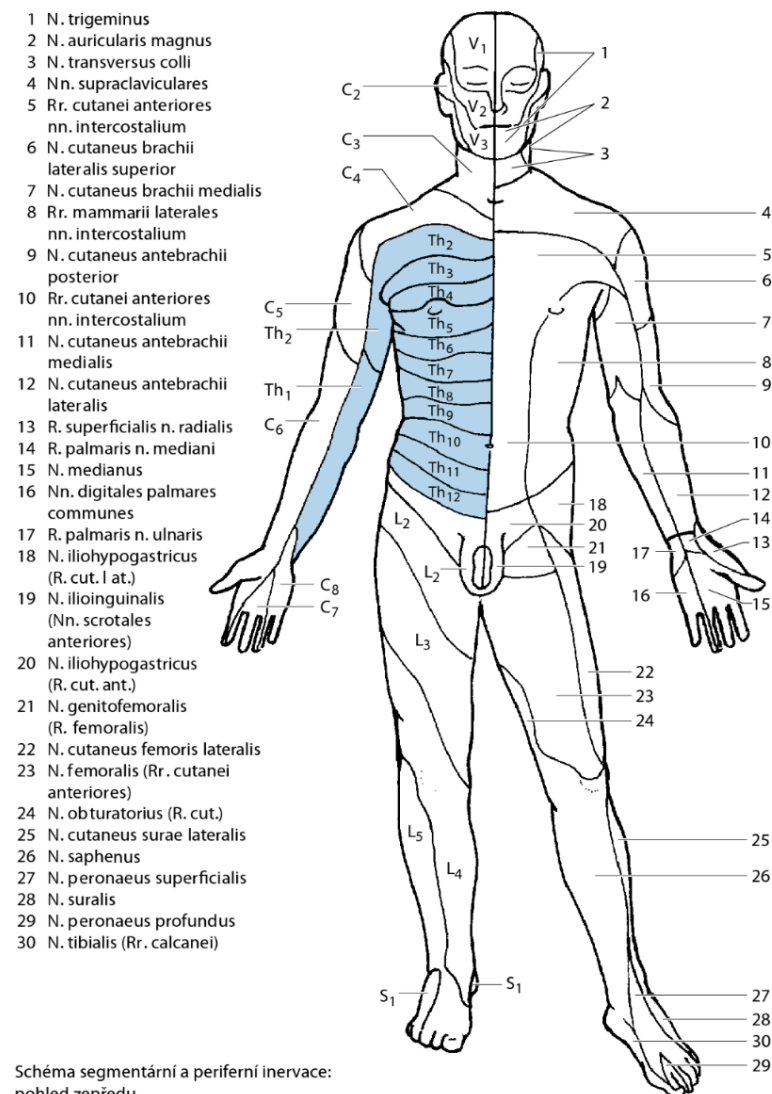


Schéma segmentární a periferní inervace: pohled zepředu.  
Pravá strana těla: kořenová inervace;  
levá strana těla: periferní inervace.  
(Podle: Hansen a Schliack /1962/, Segmentale Innervation. Thieme, Stuttgart)

- 1 N. frontalis (V<sub>1</sub>)
- 2 N. occipitalis major
- 3 N. occipitalis minor
- 4 N. auricularis magnus
- 5 Rr. dorsales nn. cervicalium
- 6 Nn. supraclaviculares
- 7 N. cutaneus brachii lateralis superior
- 8 Rr. dors. nn. spin. cervic., thorac., lumb.
- 9 Rr. cutanei laterales nn. intercostalium
- 10 N. cutaneus brachii posterior
- 11 N. cutaneus brachii medialis
- 12 N. cutaneus antebrachii posterior
- 13 N. cutaneus antebrachii medialis
- 14 N. cutaneus antebrachii lateralis
- 15 R. superficialis n. radialis
- 16 R. dorsalis n. ulnaris
- 17 N. medianus
- 18 N. iliohypogastricus (R. cut. l at.)
- 19 Nn. clunium superiores
- 20 Nn. clunium medii
- 21 Nn. clunium inferiores
- 22 N. cutaneus femoris lateralis
- 23 N. cutaneus femoris posterior
- 24 N. obturatorius (R. cut.)
- 25 N. cutaneus surae lateralis
- 26 N. suralis
- 27 N. saphenus
- 28 N. plantaris lateralis
- 29 N. plantaris medialis

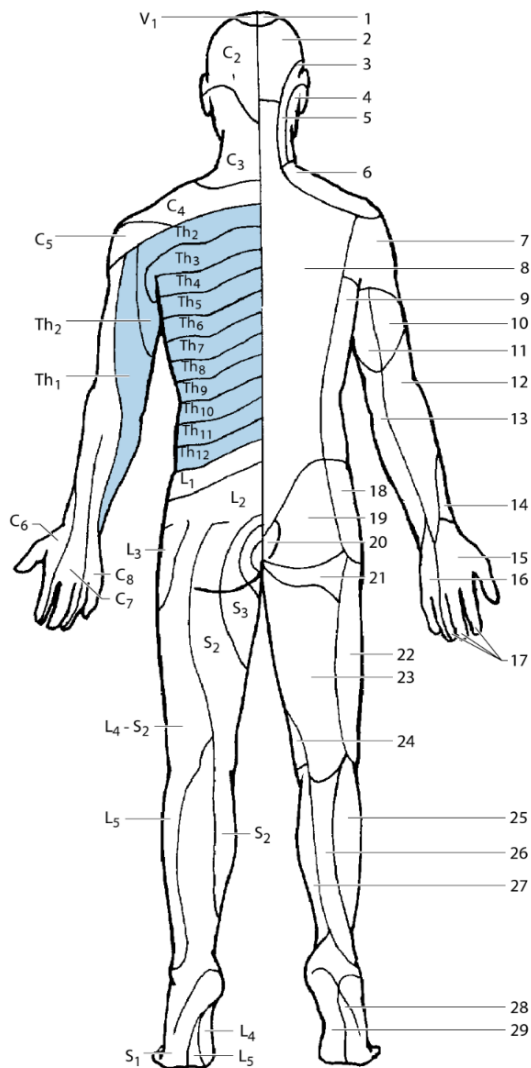
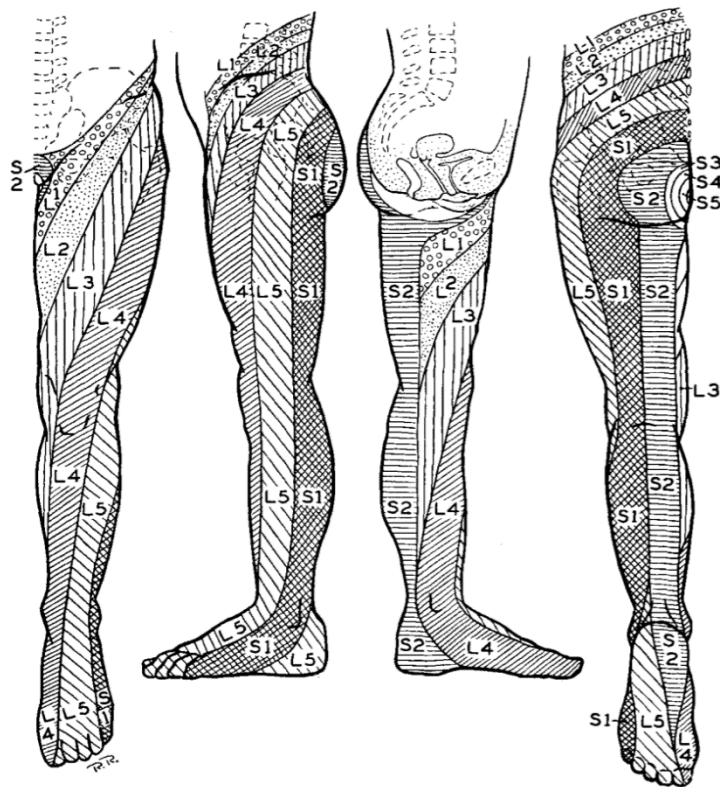


Schéma segmentární a periferní inervace: pohled zezadu.

**Obrázek 2.** Dermatomy lidského těla dle Hansen & Schliack (1962). Převzato z: Berlit (2007).

Area nervina představuje kožní oblast senzitivně inervovanou jedním periferním nervem. Lze je také rozdělit na area nervina sensitiva et motorica. Jejich rozložení znázorňuje schéma na pravé polovině obrázku (Obrázek 2) (Rokyta a kol., 2015).



**Obrázek 3:** Dermatomy dolní končetiny dle Keegena & Garretta (1948).

### 2.1.3 Regulace senzitivních funkcí na úrovni CNS

Funkční korová oblast pro sensitivitu se skládá z primární (S I) a sekundární (S II) korové oblasti. Primární senzitivní korová oblast se nachází v area 3, 1, 2 a leží v gyrus postcentralis. Aferentace zde přichází hlavně z thalamu a primární motorické kůry (M I). Oblasti primární senzitivní a primární motorické kůry jsou navzájem propojeny – drážděním M I můžeme vyvolat senzitivní pocity, naopak také drážděním S I lze vyvolat i pohyby. Někdy je tato společná funkční jednotka nazývána **sensorimotorická korová oblast**. Eferenty vedou do M I, asociační kůry a do S II. Sekundární senzitivní korová oblast (S II) se nachází v area 40 a je také propojena s S I a M I (Petrovický, 2008).

Na míšní úrovni se podle vrátkové teorie bolesti dle Melzack & Wall (1965) nachází vrátkový systém v zadních rožích míšních v zóně substantia gelatinosa Rolandi. Pomocí aktivace silných vláken (typu A $\beta$ ) je umožněno tlumení přenosu nocicepce vláknky tenkými (typu A $\delta$  a C). Silná vlákna tedy „zavrou vrátka“ bolesti. Roli zde hraje i takzvaná transmisní buňka, která převádí výsledný signál do CNS. Důležitou roli hraje také descendntní inhibiční systém, který moduluje bolest prostřednictvím signálu z retikulární formace.



## 2.2 Význam kožního čítí

Čítí je nezbytné k poskytování informací o okolí při provádění úkolů zaměřených na průzkum. Hlavní jsou zde stimuly z bříšek prstů. Dále je důležité pro vytváření zpětné vazby pro precizní úchop. Pro takový úchop je nutná neustálá zpětná vazba z kožních receptorů (Dannenbaum et al., 2002).

Mozek je orientován pouze na cíl pohybu, nikoliv na jeho průběh – přesto probíhá automatická kontrola pohybu. Senzitivní dráhy se účastní na korekci pohybu pomocí zpětné vazby v tzv. korekčních cyklech, které jsou přímo závislé na rychlosti pohybu. Čím je pohyb pomalejší, tím je možno dosáhnout více korekčních cyklů a zpřesnit tak samotný pohyb. Šíření vzruchů po aferentním nervovém vláknu je však poněkud pomalé (5-100 m/s x sekunda na minus 1), proto nedojde ke korekci velmi rychlých pohybů. Spolehlivost přenosu informací zvyšuje skutečnost, že množství senzitivních zpětnovazebních drah je mnohem větší, než je počet eferentních motorických drah. Je proto důležité neopomíjet vyšetření čítí, jelikož má značný význam na průběh pohybu. Na tomto procesu řízení pohybu se účastní nejen kožní receptory spolu s proprioceptory, ale také vestibulární aparát a rovněž zrakové a sluchové receptory (Véle, 2006).

## 2.3 Poruchy čítí

Poškození čítí u cévní mozkové příhody (CMP) má negativní dopad na průzkum prostředí, na bezpečnost, pohyb a na výsledek rehabilitace (Carey, 1995). Mezi možné motorické důsledky poruch čítí řadíme neobratnost, apraxii, ataxii, vertigo či posturální nejistotu (Véle, 2006).

Poruchy aferentace jako celku se označují jako dysaferentace a zahrnují poruchy všech senzorů. V případě hypoaferentace dochází k omezení aferentačních signálů. Příkladem je ztráta aferentace z chodidel důsledkem eliminace chůze naboso. Hyperaferentace se týká zejména optických, akustických či chemických vzruchů. Dysaferentace, která se vyskytuje zejména s rozvojem moderní civilizace, vede k modifikaci adekvátní odpovědi organismu na zevní prostředí a má tak význam v rozvoji funkčních poruch pohybového systému (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

### 2.3.1 Periferní nervový systém

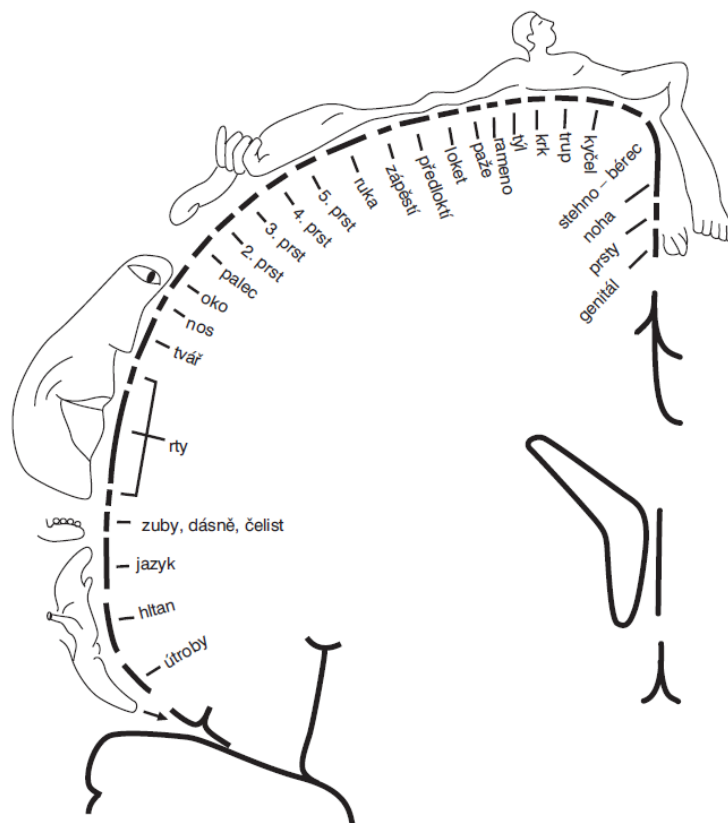
Při lézi periferního nervu vzniká globální porucha čítí (jsou porušeny všechny modality) v příslušné oblasti zásobené tímto nervem (area nervina). Oblast postižení je ostře ohraničena. Při postižení nervové pleteně vzniká obraz postižení více nervů nebo kořenů. Pro polyneuropatii je typická cirkulární punčochovitá nebo rukavicová porucha čítí na akrech. Zde jsou někdy více postižena tenká vlákna (teplo, chlad, bolest), jindy silná vlákna (propriocepce, vibrace). V případě poruchy zadních kořenů míšních se objevuje porucha v segmentovém uspořádání (areae radicales) (Ambler, 2011).

### 2.3.2 Centrální nervový systém

Provazcové míšní poruchy nemají segmentální, ale cirkulární charakter. Porucha čítí pouze pro bolest a teplo se také nazývá syringomyelická disociace, porucha čítí hlubokého (zadní provazce) tabická.

Při difúzních a transverzálních míšních lézích (postižení obou senzitivních systémů) jsou poruchy čítí globální (nedisociované). V případě léze v oblasti horního kmene, a hlavně capsula interna vznikají na kontralaterální straně globální poruchy charakteru hemihypestézie nebo hemianestézie.

Poruchou v oblasti gyrus postcentralis již nevznikají přesné hemi-typy, ale převážně distálně lokalizované poruchy na končetinách (Ambler, 2011). Schématické znázornění řezu gyrus postcentralis a zastoupení senzitivních center v podobě senziorického homunkula ukazuje Obrázek 4. Iritační poruchy v této oblasti se projeví sestupnými nebo vzestupnými paresteziemi vyskytují se u Jacsonovy senzitivní epilepsie. Zánikové poruchy mají za následek ztrátu jemného čítí, rozlišování taktilní lokalizace a diskriminace, a také astereognozii (Pfeiffer, 2007).



**Obrázek 4.** Schéma senzitivního homuncula dle Penfielda a Rasmussena (Pfeiffer, 2007)

## 2.4 Vyšetření senzitivity

Somatosenzorické funkce zahrnují jednotlivé modalitty čítí. Jejich testování je náročné z důvodu subjektivty hodnocení, nutnosti spolupráce pacienta a u některých testů jsou zde také značné požadavky na správné technické provedení. Poruchy senzitivity mohou být na různých úrovních informací napříč modalitami, a to na úrovni detekce, lokalizace a diskriminace nebo taktilní gnozie (identifikace předmětů). Například u pacientů po cévní mozkové příhodě se somatosenzorický deficit může objevit kontralaterálně, ipsilaterálně i bilaterálně a v klinické praxi je důležité nejen popsat lokalizaci postižené oblasti těla a jeho modalitu, ale také výše uvedenou úroveň poruchy zpracování (Vyskotová & Machácková, 2013).

Výstupem vyšetření jednotlivých modalit jsou termíny normostezie (normální čítí), hypostezie (snížení intenzity čítí), anestezie (necitlivost) či hyperstezie (zvýšené vnímání intenzity čítí) (Seidl, 2015).

Jelikož se práce zabývá pouze vyšetřením exterocepce, budou zde uvedeny metody zabývající se pouze povrchovým čítím.

### 2.4.1 Metody hodnocení čítí

Metody testování senzitivity můžeme rozdělit na kvalitativní, semikvantitativní a kvantitativní. V klinické praxi se používají nejčastěji metody kvalitativní a semikvantitativní, zatímco v rámci laboratorních metod výhradně kvantitativní testování.

V případě kvalitativních metod se jedná pouze o testování výrazných poruch citlivosti. Dobře vypovídají o negativních senzitivních symptomech (např. hypestezii), a to hlavně na základě komparace s nepostiženou částí těla. Naproti tomu zvýšené vnímání zejména bolesti (hyperalgezie) nebo hyperestezií netestují dostatečně. Nevýhody metod kvalitativních spočívají v nedostatečném hodnocení míry postižení (a to také v dlouhodobém horizontu) a používání nestandardizovaných podnětů (např. nekalibrované vybavení, zkumavky s teplou a studenou vodou). Výhodou však může být nenáročnost na čas a vybavení, proto se doporučují pro orientační vyšetření senzitivity.

Metody semikvantitativní již pracují se standardizovaným vybavením, například vyšetření pomocí 10gramového filamenta, Neuropen, Termopen apod. Lze je tedy kvantifikovat, a to na základě podnětu konstantní intenzity – tento podnět je aplikován v určitém počtu a sleduje se počet podnětů percipovaných. Metoda ale nezachytí poruchu pro jinou intenzitu, než má uniformní podnět.

Vyšetření pomocí kvantitativních metod umožňuje velmi přesnou diagnostiku poruch čítí, a to na základě použití standardizovaných podnětů za asistence počítačové techniky nebo pomocí kalibrovaného vybavení (Vlčková & Šrotová 2014).

Kvalitativní vyšetření můžeme také kvantifikovat – například Véle (2006) doporučuje rozlišovat tyto stupně citlivosti:

0 – anestezie

1 – hypestezie

2 – normestezie

3 – hyperestezie

## 2.4.2 Klinické vyšetření čítí

Vzhledem k tomu, že při neurologickém vyšetření senzitivity je zapotřebí plná spolupráce s pacientem, měl by být testovaný subjekt v komfortním prostředí bez rušivých vlivů pro maximální soustředěnost. Testování nelze provádět u pacientů s poruchou vědomí, nespolupracujících subjektů ani u jedinců s poruchou pozornosti či výrazným kognitivním deficitem (Vlčková & Šrotová, 2014).

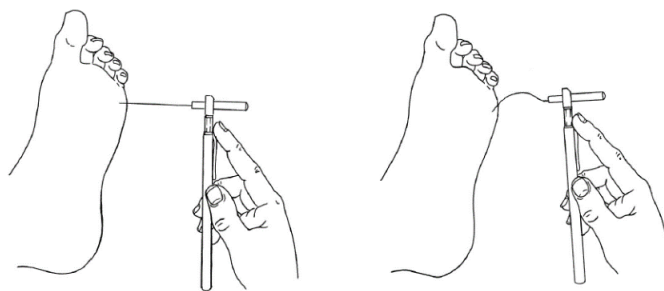
### Taktilní čítí

Pro oblast obličeje, trupu a končetin se používá v praxi lehký dotek smotkem vaty, malým kouskem papíru nebo nejjemnější možný dotyk prstů. Je třeba použít lehký dotyk, protože silnější stimuly mohou kromě povrchových taktilních receptorů aktivovat i receptory hluboké. Se zavřenýma očima je pacient požádán, aby odpověděl „ano“ pokaždé, když zaregistruje daný stimul. Lokalizace daného stimulu může být testována tak, že pacient ukáže na stimulovanou oblast nebo tuto oblast popíše, opět je důležité srovnání s druhou polovinou těla nebo s nepostiženou částí těla (Walker et al., 1990).

Pro hodnocení taktilního čítí v oblasti semikvantitativního i kvantitativního testování se využívá například vatový chomáč (s tlakovou silou asi 3 mN), vatová štětka (vytváří tlak přibližně 100 mN) a kalibrovaný štětec, jenž evokuje dotyk o tlakové síle přibližně 200–400 mN. Tyto kalibrované pomůcky slouží nejčastěji k průkazu mechanické dynamické alodynie (Rolke et al., 2006).

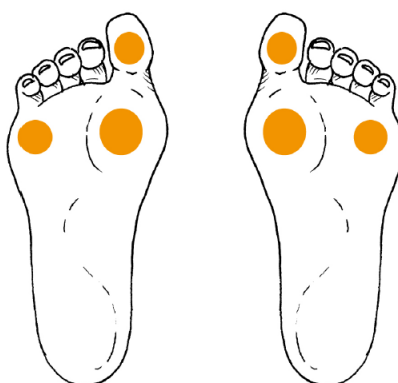
### Kožní tlaková citlivost

K vyšetření kožní tlakové citlivosti využíváme nejčastěji monofilamenta (nazývané Semmes–Weinsteinova, Von Freyova) – jsou to kalibrovaná nylonová vlákna s různými hodnotami, která generují dané hodnoty zatížení při ohybu. Nejčastěji se používá 10gramové filamentum, ale existuje jich celá řada s různými hodnotami zatížení. Při vlastním vyšetření je filamentum přiloženo kolmo na kůži a následně je vyvíjen tlak působící ve směru dlouhé osy vlákna, dokud se filamentum nezačne prohýbat ve tvaru písmene C (Obrázek 5) (Vlčková & Šrotová, 2014).



**Obrázek 5.** Správný postup vyšetření pomocí 10gramového monofilamenta (Schaper et al., 2020).

Pacient, který má u vyšetření zavřené oči následně dá zpětnou vazbu, jakmile podnět na kůži zaregistruje a určí přibližně místo dotyku. Při vyšetření cítí planty u diabetiků se aplikují oboustranně tři podněty podle Obrázku 6. Jedna ze tří aplikací na dané místo je falešná (bez přiložení filamenta). Protektivní cití je zachováno, pokud pacient správně určí 2/3 podnětů aplikovaných na jednu nohu. Naopak je ztraceno, pokud pacient nesprávně určí 2/3 podnětů (Schaper et al., 2020).



**Obrázek 6.** Oblasti testování monofilamenty chodidla u diabetiků (Schaper et al., 2020).

V rámci tohoto vyšetření je možné využít pomůcku nazvanou jako Neuropen. Jedná se o kombinaci 10 g monofilamenta a kalibrovaného špendlíku Neurotip, který vyvíjí sílu hmotností 40 g. Nejčastěji se tato pomůcka využívá k diagnostice středně závažné až těžké diabetické polyneuropatie s rizikem vzniku ulcerace. Lze takto kvantifikovat i například rozeznání tupých (monofilamentum) a ostrých (kalibrovaný špendlík) podnětů, běžně aplikovaných i při vyšetření popisovaných dále v textu (Paisley et al., 2002).

## **Hodnocení termického čítí**

K testování lze použít zkumavky naplněné teplou a studenou vodou. Teploty nižší než 5 °C nebo vyšší než 45 °C vyvolávají kromě teplotního vjemu také bolestivé reakce, proto je potřeba se jim vyhnout. Pacient se zavřenýma očima popisuje charakter vnímaného podnětu (Walker et al., 1990).

Další možností je použití kovových válečků, které se před vyšetřením ohřejí či ochladí na požadovanou teplotu (20 °C a 40 °C). Nemá-li vyšetřující možnost změřit teplotu válečků či zkumavek, testuje orientačně na vlastní kůži, zda je rozdíl teplot dostatečný pro spolehlivé rozeznání (Vlčková & Šrotová, 2014). Toto vyšetření můžeme kvantifikovat: aplikujeme celkem 10 náhodných podnětů bez zrakové kontroly pacienta a při 8/10 a více správných odpovědí je čítí v normě. U pouze 6/10 a méně správných odpovědí se jedná o abnormální nález (Opavský, 2003).

K vyšetření termického čítí lze využít standardizovaný nástroj Termopen. Jedná se o pomůcku tvořenou na jedné straně plastovým válcem a na straně druhé kovovým válcem. V nepravidelných intervalech je aplikováno například na palec u nohy několik náhodných podnětů a pacient se zavřenýma očima identifikuje předmět jako chladný či neutrální (Viswanathan et al., 2002).

## **Rozlišování tupých a ostrých podnětů**

Pro dotyk ostrým předmětem se používá nejčastěji špendlík nebo kovová sponka a pro vjem tupým předmětem se může využít dřevěný kolík. Podněty můžeme také aplikovat pomocí neurologického kladívka, ve kterém jsou tupá a ostrá zakončení obsažena v jehle. I zde můžeme vyšetření kvantifikovat podobně jako vyšetření termického čítí (Opavský, 2003).

## **Diskriminační citlivost**

Dle Amblera (2011) je diskriminační citlivost schopnost rozlišení dvou bodů v určité vzdálenosti aplikovaných na povrch těla. Používá se tzv. Weberovo kružítko s tupými hroty a srovnávají se symetricky obě strany těla. Pacient přitom hlásí, zda vnímá jeden nebo dva body. Začít by se mělo s body relativně daleko od sebe a postupně je přibližovat, dokud pacient neudělá chybu.

DeJong (1967) stanovil normální vzdálenosti, při kterých ještě lze rozlišit dva body na různých částech těla:

- Špička jazyka: 1 mm
- Prsty: 2 až 4 mm
- Dorsum prstů: 4 až 6 mm
- Dlaň: 8 až 12 mm
- Dorsum ruky a nohy: 20 až 30 mm

Podle Wechslera (1963) jsou normální hodnoty následující: prsty rukou 3-8 mm; dlaň 8-12 mm; dorsum ruky 25-30 mm; hrudník, předloktí a holeň 40 mm; záda 40-70 mm; a stehno a paže 60-70 mm (Orient, 2012).

Na většině povrchu těla je to 4-7 cm (Ambler, 2011). Dle Opavského (2003) je diskriminační citlivost podmíněna věkem, tudíž výše stanovené vzdálenosti mají pouze orientační charakter. V praxi s věkem dochází k nárůstu vnímané vzdálenosti mezi dvěma body. Mnohem důležitější je tedy zaměřit se na průkaznost stranových rozdílů.

### **Grafestézie**

U vyšetření grafestézie (také dermatolexie) subjekt čte nahlas číslice o velikosti asi 5 cm psané na kůži tupým předmětem. Výsledky kvantifikujeme stejným způsobem, jako u rozlišování tupých a ostrých předmětů či u vyšetření termického cití. Číslice byly vybrány z důvodu malého rozdílu v rukopisu vyšetřujících osob. Toto vyšetření však nelze použít u pacientů s deficitem na korové úrovni (Opavský, 2003).

### **Stereognozie**

Tato funkce není záležitostí pouze taktilního cití, ale podílí se na ní také termické a proprioceptivní cití a na vyšší úrovni mozkové aktivity se informace sjednocují, integrují a vytváří se tak vnímání předmětu jako celku (Galperina, Tsitseroshin & Zaitseva, 2010).

Stereognozii testujeme rozpoznáním známých předmětů hmatem bez zrakové kontroly (Nevšimalová, Růžička & Tichý, 2002).

### **Hodnocení nocicepce**

Nocicepci v klinické praxi hodnotí lékař ostrým píchnutím do příslušné oblasti. Blíže specifikováno kvalitativní vyšetření není (Ambler, 2011). Jsou to náročná vyšetření,



kteřá se provádí pomocí semikvantitativních až kvantitativních metod. Fyzioterapeut vřak při vlastním neurologickém vyšetřeni sensitivity nocicepci nehodnotí (Opavský, 2003). Pro vyšetřeni algické citlivosti semikvantitativními metodami lze opět využít výře popsanou pomůcku Neuropen a její kalibrovaný špendlík Neurotip, který je možno po každém použití vyměnit za nový, sterilní (Paisley et al., 2002).

### 2.4.3 Quantitative sensory testing

Quantitative sensory testing (QST) – kvantitativní senzoričké testování – je psychofyzikální metoda používaná ke kvantifikaci somatosenzoričkých funkcí na základě použití standardizovaných metod a srovnání se zdravou populací.

Dle Mezinárodní asociace pro studium bolesti (International Association for the Study of Pain) je doporučeno použití QST zejména pro diagnostiku a monitorování neuropatie tenkých i silných nervových vláken, hodnocení somatosenzoričkých deficitů a sledování alodynii a hyperalgie. Pro QST testování se využívají předdefinované standardizované podněty, ověřené algoritmy testování a referenční hodnoty pro konkrétní anatomické oblasti, věk a pohlaví (Backonja et al., 2013).

Rolke et al. (2006) vytvořili pro German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS) komplexní standardizovaný protokol QST zaměřený na klinické testování. Protokol obsahuje 7 testů zahrnující 13 parametrů somatosenzoričkých funkcí. Test je možno provést celkově do 1 hodiny. Parametry můžeme rozdělit do těchto skupin:

- prahové hodnoty pro detekci tepelných podnětů pro vnímání chladu, tepla a paradoxních tepelných vjemů (tzv. paradoxical heat sensations – jedná se o abnormální pocity vnímání chladného podnětu jako teplého, resp. horkého)
- prahové hodnoty pro bolest vyvolanou studenými a horkými předměty
- prahové hodnoty pro detekci mechanicky vyvolaných podnětů pro dotyk a vibrace
- prahové hodnoty pro bolest (zahrnuje prahy pro aplikaci ostrého vjemu pomocí špendlíku, prahy pro tlakovou mechanickou bolest, mechanickou dynamickou alodynii a sumaci bolesti pro opakovaný ostrý stimul (wind-up ratio))

Cílem QST je tedy pomocí stanovení prahových hodnot a následného srovnání s referenčními hodnotami určit senzitivní deficit, a to také ve smyslu zjištění pozitivních nebo negativních příznaků.

Existují dvě metody pro určování prahů – metoda úrovní a metoda limitů. U metody úrovní (metoda konstantního stimulu) se hodnoty stanovují různými úrovněmi intenzity a vyšetřovaný určí, kterou z těchto úrovní ještě vnímá. Pokud je tedy první odpověď subjektu na podráždění stimulem ne, další podnět je aplikován ve dvojnásobné intenzitě až do té chvíle, dokud dotyčný nenahlásí, že podnět zaregistroval. Poté je intenzita zase snížena na polovinu, pak na čtvrtinu a tak dále. Jako práh je stanoven průměr z poslední hodnoty z kladné a záporné odpovědi subjektu. Naopak metoda limitů (metoda reakčního času) je založena na postupném zvyšování nebo klesání intenzity a subjekt hlásí, jakmile stimul začne nebo přestane cítit (Yarnitsky, 1997).

Referenční hodnoty pro srovnání naměřených prahů stanovili v DFNS v roce 2006. Data jsou vytvořena pro různé oblasti těla (obličej, ruka, noha) napříč všemi věkovými kategoriemi i pohlavím. Testovanými subjekty byly zdravé osoby (Rolke et al., 2006). Tyto normativní hodnoty byly později upraveny dle Magerl et al. (2010), kde bylo pozměněno rozvrstvení dle věku a metody statistické analýzy dat. Pfau et al. (2014) z DFNS vytvořili referenční hodnoty také pro oblast trupu. Základní struktura QST zůstala zachována dodnes.

### **Termická kožní citlivost**

Pro testy na termické čítí se využívají speciální neinvazivní přístroje, z nichž se přiloží na kůži tzv. „termosonda“, která je schopna produkovat přesné rozmezí teplot od chladných kolem 10 °C až po vyvolávající bolest, tj. kolem 45 °C (www.medoc-web.com). Měří se prahová hodnota detekce chladu (CDT), tepla (WDT), počet paradoxních tepelných vjemů (PHS), alternace mezi chladovým a tepelným prahem (TSL), dále práh bolesti pro chladné podněty (CPT) a práh bolesti pro tepelné podněty (HPT) (Rolke et al., 2006).

V České republice se kvantitativním přístrojovým vyšetřením senzitivity zabývají Buršová et al. (2012a), kdy stanovili normativní hodnoty pro termické (TPT) a vibrační prahy (VPT). U mužů byla prokázána snížená termická percepce ve srovnání s ženami a věkově podmíněný pokles termických prahů pro chlad a vzestup prahů pro teplo.

## **Mechanická kožní tlaková citlivost a bolest**

Vyšetření tlakové senzitivity se v případě standardizovaného QST protokolu v současné době provádí pomocí sady modifikovaných von Freyových monofilament, která evokují tlakovou sílu od 0,25 – 512 mN a bylo popsáno výše. Výstupem je stanovení prahu pro detekci mechanického stimulu (MDT).

Pro stanovení prahu bolesti pro mechanický ostrý stimul (MPT) byly vyrobeny speciální kalibrované špendlíky v sadě po sedmi, které produkují sílu od 8–512 mN. Práh je následně určován metodou limitů. Další možností je stanovení prahu mechanické senzitivity pro bolest (MPS). Zde subjekt pro každý kalibrovaný špendlík hodnotí míru bolesti od 0–10 (0 je žádná bolest a 10 nejhorší představitelná bolest). V rámci tohoto vyšetření je pomocí stejné škály bolesti hodnocena i dynamická mechanická alodynne s využitím tří standardizovaných pomůcek popsaných výše u klinického vyšetření (Rolke et al., 2006).

Časovou sumací několika ostrých podnětů, aplikovaných několikrát po sobě, můžeme stanovit i tzv. wind-up ratio. Vyšetřujeme přitom citlivost kůže na jeden ostrý podnět ve srovnání s aplikací několika stejných podnětů rychle za sebou (Mücke et al., 2016).

Práh pro bolest vyvolanou tlakem (PPT) zjišťujeme kalibrovaným tlakoměrem, který přikládáme nejčastěji na oblast svalového břicha a postupně zvyšujeme tlak (rychlostí asi 50kPa/s). Subjekt přitom hlásí okamžik, kdy se tlakový podnět změní na bolestivý (Rolke et al., 2006). Lze využít také digitální algometr, který funguje na podobném principu a také je zde možnost správy dat pomocí speciální aplikace pro Windows (<http://somedic.com/en/algometer.html>).

## **Vyšetření hlubokého čítí**

Dále je do protokolu zahrnuto ještě vyšetření prahu pro detekci vibrací (VDT), ke kterému se využívají nejčastěji kalibrované ladičky přikládávané na kostní strukturu, ale detailně se jimi tato práce nebude zabývat.

## **Shrnutí QST**

QST hraje důležitou roli v testování senzitivity zejména u neuropatické bolesti u polyneuropatie, postherpetické neuralgie, bolesti po traumatu periferního nervu, fibromyalgii, komplexního regionálního bolestivého syndromu a dalších onemocnění. Mezi výhody patří neinvazivní přístup, časová náročnost do 1 hodiny a vysoká specifická vyšetření, na druhé straně vyšetření vyžaduje spolupráci s pacientem na rozdíl od některých jiných laboratorních metod (např. kožní biopsie). Pro QST je vytvořen software EQUISTA, který umožňuje analýzu a práci s daty a referenčními hodnotami (Mücke et al., 2016).

### **2.4.4 Laboratorní metody**

Tato vysoce přesná vyšetření mohou taktéž podat kompletní obraz o stavu senzitivního systému. Od QST se liší především jejich více či méně invazivním přístupem, nutnosti počítačové asistence a tím, že zde není spolupráce s pacientem stěžejní. Jejich aplikace se provádí na specializovaných pracovištích pro účely jak diagnostické, tak výzkumné.

### **Evokované potenciály (EP)**

EP mají mimo jiné také využití při testování sensitivity. Jedná se o aplikaci zevních podnětů snímaných pomocí EEG, případně doplněny numerickou škálou hodnocení bolesti a jsou zaměřeny na diagnostiku poruch vláken A $\delta$  (Crucchi et al., 2010).

**EP vyvolané kontaktním teplem** (Contact Heat Evoked Potentials, CHEPs) se využívají k diagnostice poruch termicko-algických v oblasti tenkých nervových vláken v periferním nervovém systému a v CNS na úrovni SPT. Nejvíce jsou využívány v diagnostice centrální či periferní etiologie neuropatické bolesti a mohou být využity i při diagnostice diabetické polyneuropatie a obecně u lézí spinothalamických drah například u myelopatie či při míšních traumatech.

Princip metody spočívá v aplikaci termosondy, která generuje z výchozí teploty (35–42 °C) podněty intenzivní kolem 50 °C, a to při velmi rychlém vzestupu teploty (70 °C/s) (Raputová et al., 2019).

**EP vyvolané laserem** (Laser Evoked Potentials, LEPs) pracují dle Cruccu et al. (2010) na podobném principu jako CHEPs, (energie laseru je zvýšena vysokou rychlostí) a tudíž mají i podobné využití.

V periferním nervovém systému se LEPs využívají například k hodnocení senzitivního systému u syndromu karpálního tunelu, neuralgií, polyneuropatií nebo u radikulopatií. Využívá se i v oblasti CNS, a to u syringomyelie, roztroušené sklerózy (RS), migrény nebo fibromyalgie (Valeriani et al., 2012).

K dalším EP potom patří somatosenzorické evokované potenciály (SEPs) vyvolané elektrickou stimulací neinvazivně přiložením elektrod. Tato metoda však nemá takovou spolehlivost v porovnání například s elektromyografickým (EMG) vyšetřením (Cruccu et al., 2010).

## **Doplňkové metody k vyšetření poruch čítí**

### **EMG**

Elektromyografie je využívána zejména při periferních lézích a je určena ke zjištění funkčního stavu nervu, ale také nervosvalového přenosu nebo svalu samotného. Principem je stimulace a registrace aktivity v periferním nervovém systému a svalu. Vyšetření se provádí buďto neurograficky (kondukční studie), nebo pomocí jehlové EMG (Ambler, Bednařík, & Růžička, 2010).

### **Kožní biopsie**

Tato minimálně invazivní metoda spočívá v odběru kožní tkáně a stanovení počtu intaepidermálních tenkých nervových vláken. Jelikož tedy umožňuje hodnocení morfologických parametrů, řadí se tato metoda k vysoce objektivním. V současnosti patří mezi klíčové metody pro diagnostiku poruch v oblasti tenkých nervových vláken typu A $\delta$  a C (Buršová et al., 2012b).

## 2.4.5 Porovnání vyšetřovacích metod

Srovnání dosud zmíněných metod shrnuje Tabulka 1. Pro standardní klinické („bedside“) vyšetření lze použít jednoduché metody založené na kvalitativních metodách, zejména pro ozřejmění si senzitivního deficitu (Cruccu et al., 2010). Reimer et al. (2020) srovnávali standardní testování QST s bedside vyšetřením a zjistili, že některá bedside vyšetření cití vykazují dobrou senzitivitu a specificitu (nad 70 %). Jedná se o ztrátu percepce chladu pro 3 cm<sup>2</sup> kus kovu (22 °C) a hypersenzitivitu pro 45 °C kov. Dále ztráta taktilního cití při použití vatové tyčinky nebo také hodnocení hyperalgezie a hypoalgezie při použití 0,7 mm špendlíku. Dostatečnou senzitivitu a specificitu vykazuje také hodnocení alodynies pomocí štětce, vatové tyčinky a smotku vaty. Současně udávají, že kvalita vyšetření senzitivity je ovlivněna také zkušeností vyšetřujícího.

Objevují se statisticky významné souvislosti mezi laboratorním testováním kožní biopsie a QST. Je doporučeno používat metody kombinovaně z důvodu cílení na různá nervová vlákna, protože se mohou objevit situace, kdy výsledky z EMG budou normální, ale QST a kožní biopsie následně abnormální – hraje to roli zejména v časných fázích diagnostiky. Na druhou stranu, v případě abnormálního nálezu na EMG mohou ostatní metody doplnit nebo rozšířit informace o senzitivním deficitu (Løseth et al., 2006).

Typ vlákn	Čítí	Testování		
		Klinické	QST	Laboratorní
A $\beta$	dotyk	smotek vaty	von Freyova monofilamenta	kondukční studie periferních nervů, EMG, SEPs
	vibrace	kalibrovaná ladička (128 Hz)	např. vibrameter	
A $\delta$	ostré píchnutí	špendlík	kalibrované špendlíky	LEPs
	chlad	kovové válečky	přístroj generující tepelné stimuly – thermostest	netestujeme
C	teplo	kovové válečky	přístroj generující tepelné stimuly – thermostest	kožní biopsie
	pálení	netestujeme	přístroj generující tepelné stimuly – thermostest	

**Tabulka 1.** Shrnutí metod testování senzitivity dle typů nervových vláken (Cruccu et al., 2010)

## 2.4.6 Testování somatosenzorických funkcí pomocí standardizovaných protokolů

### Nottingham Sensory Assessment

Nottingham Sensory Assessment (NSA) – nottinghamské hodnocení sensorických funkcí je standardizované testování určeno pro pacienty po CMP. Hodnotí míru sensorického deficitu a monitoruje jeho změny během procesu zotavování. Test se skládá ze čtyř subtestů, které zahrnují hodnocení taktilního cití, hlubokého cití, stereognozie a dvoubodové diskriminace.

U subtestu pro taktilní cití se hodnotí lehký dotyk, tlak, píchnutí na kůži, termické cití, taktilní lokalizace a bilaterální simultánní dotyk. Citlivost se hodnotí na několika místech na těle na postižené straně. Na nepostižené straně těla se testuje pouze lehký dotyk a termické cití – pokud jsou v normě, tak se již další modalitty netestují. Nástroje a pomůcky pro testování zahrnují: vatovou štětičku, kterou se provede lehký dotyk na kůži, Neurotip pro píchnutí, zkumavky naplněné teplou a studenou vodou a pro tlak, taktilní lokalizaci a bilaterální simultánní dotyk ukazovák testujícího. Každá modalita se testuje celkem třikrát a hodnotí se na škále s číslicemi 0, 1, 2, 9. Přičemž 0 znamená anestezii, 1 porušenou funkci, kde je nesprávná identifikace podnětu pro některé ze tří pokusů, a 2 odpovídá normě – tj. správná identifikace všech tří stimulů. Číslo 9 je přiřazeno v případě pacientovy neschopnosti testování.

Subtest kinestezie hodnotí hluboké cití a posuzuje tři stránky pohybu: vnímání, směr a přesnou polohu v kloubu současně. Terapeut pasivně pohybuje s končetinou vždy v jednom kloubu na straně parézy a pacient je vyzván k zrcadlovému pohybu zdravou končetinou. Vše probíhá bez zrakové kontroly pacienta. Používá se obdobná hodnotící škála, jako u taktilního cití.

Při subtestu stereognozie je testována nejprve paretická ruka, do které je pacientovi vložen jeden z daných předmětů (například tužka, hřebek, houba nebo hrnek), a to maximálně na 15 sekund. Během této doby musí dojít k identifikaci předmětu. Opět je využívána podobná škála pro hodnocení.

NSA byl několikrát upraven a tato verze pochází z roku 1998. Testování je zkráceno bez ztráty důležitých informací (Lincoln, Jackson & Adams, 1998). Existuje mnoho modifikací a dnes je nejaktuálnější francouzská verze modifikována skupinou Erasmus (Erasmus modified Nottingham Sensory Assessment – EmNSA), u které byla prokázána vysoká validita a reproduktibilita pro testování somatosenzorického deficitu horní končetiny u dospělých po CMP (Villepinte et al., 2019).

### **Fugl-Meyer Assessment (FMA)**

V roce 1975 vzniklo toto komplexní testování osob po CMP, které hodnotí pět základních funkcí: motoriku, cití, rovnováhu, rozsah pohybu v kloubu a bolest kloubu. Každá část se skládá z úkonů, a ty jsou hodnoceny na třibodové stupnici od 0-2. Například u lehkého dotyku při hodnocení cití je 0 přiřazena v případě anestezie, 1 u hypestezie či dysestezie a 2 při zachování normálního cití. Dále je také hodnocena propriocepce a celkem za cití je možno získat 24 bodů, za celý test až 224 bodů. Test je rozdělen na testování horní a dolní končetiny zvlášť. Časová náročnost se pohybuje kolem 40 minut na provedení (Fugl-Meyer et al., 1975).

### **Rivermead Assessment of Somatosensory Performance**

Rivermead Assessment of Somatosensory Performance (RASP) – rivermeadské hodnocení somatosenzorických funkcí, je standardizovaná metoda využívána k hodnocení onemocnění jako je CMP, roztroušená skleróza mozkomíšní, periferní neuropatie nebo traumata hlavy či míchy. Tato testovací metoda je placená a využívá specifické standardizované a dané vyšetřovací nástroje a postupy. Jedná se o baterii sedmi testů, které hodnotí jednotlivé modalitě cití. Testování probíhá bez zrakové kontroly a postupuje se směrem od méně postižené k postižené straně. V případě nemožnosti komunikace, ale zachovaného porozumění pacienta se používají karty s nápisy (teplo, ostrý, tupý, vlevo atd.).



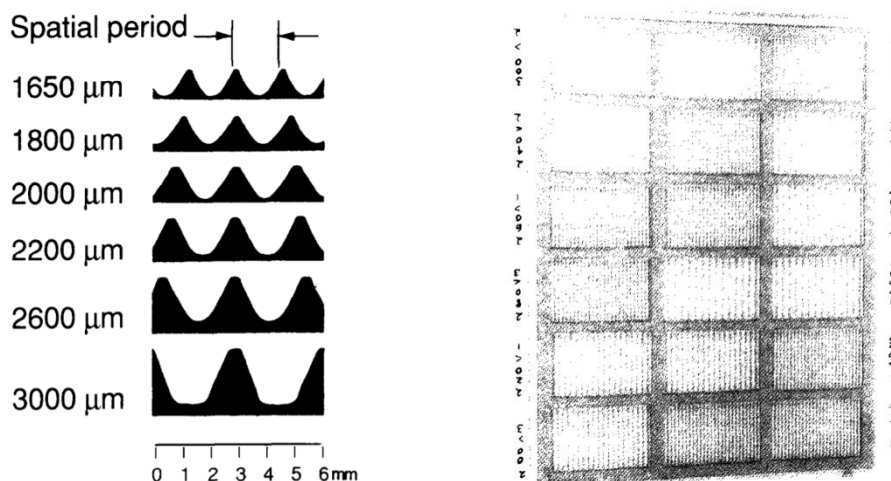
Z těchto sedmi subtestů se v rámci klinické praxe mohou vybrat jen ty podstatné pro vlastní vyšetření:

1. Rozlišení ostrých a tupých podnětů – začít malým
2. Povrchový tlakový dotyk
3. Povrchová lokalizace
4. Bilaterální doteková diskriminace
5. Dvoubodová diskriminace
6. Termické čítí
7. Hluboké čítí

Standardizované pomůcky zahrnují neurometry – jeden s ostrým a druhý s tupým hrotem. Dále dvoubodový neurodisk pro vyšetření dvoubodové diskriminace. Pro termické čítí tzv. neurotempy, které se přikládají na kůži a ukazují také přesnou teplotu nástroje. Hodnocení se provádí pomocí speciálního protokolu (Vyskotová & Macháčková, 2013).

### **Tactile Discrimination Test**

Tactile discrimination test (TDT) – *test taktilní diskriminace*, hodnotí taktilní diskriminaci pomocí rozeznávání různě tvarovaných povrchů. Ztráta hmatové diskriminace je častá po cévní mozkové příhodě, kde ztěžuje provádění běžných denních činností a má vliv také na bezpečnost nebo na jemnou a hrubou motoriku. Pro testování byla navržena speciální plastová mřížka ve třech šířkách rozestupů mezi sebou – velká, střední a jemná deska. Mřížka obsahuje šest sad a každá sada obsahuje tři vedle sebe ležící obdélníky, z nichž dva jsou vždy stejné a jeden odlišný, což znázorňuje Obrázek 7. Testovaná osoba má pomocí hmatu a bez zrakové kontroly určit, který ze tří povrchů je odlišný od ostatních. Časová náročnost testu se pohybuje od 15 do 30 minut (Carey, Matyas, & Oke, 1993; 1997).



**Obrázek 7.** Rozestupy mřížek použité v TDT (vlevo) a ukázka testovací mřížky (vpravo) dle Carey, Matyas, & Oke (1993).

### Fabric Matching Test

Fabric Matching Test (FMT) – test srovnávání povrchů látek hodnotí také diskriminační čítí se zaměřením na rozpoznání textury. Jedná se o sadu deseti textilních povrchů seřazených od nejjemnějších po nejdrsnější. Ty jsou umístěny na dvě kruhové podložky, z čehož jedna je testovaná a druhá srovnávací. Subjekt přiřazuje stejné povrchy k sobě a ke zkoumání používá vždy stejný preferovaný prst, nejčastěji ukazovák nebo prostředník. Začíná se testovat paretická ruka a testování trvá 10 minut na každou ruku (Carey, Oke, & Matyas, 1997).

### Moving Touch-Pressure Test, Sustained Touch-Pressure Test

Moving Touch-Pressure Test (MTP) – test pro pohybující se tlakový dotyk a Sustained Touch-Pressure Test (STP) – test pro stálý tlakový dotyk jsou určeny pro testování kožní citlivosti u pacientů po CMP. Cílem studie provedené Dannenbaumem et al. (2002) bylo sledovat vztah mezi sensorickým deficitem a funkční schopnosti ruky. Bylo však zjištěno, že funkční deficit ruky nezávisí pouze na těchto dvou sensorických modalitách, ale je mnohem komplexnější.

**MTP test** se provádí pomocí tří různých typů štětců a úkolem pacienta je odhadnout, který ze štětců provádí daný taktilní vjem. Stimul se aplikuje rozmáchnutím jako při zametání v úhlu 30° k povrchu pokožky a je vedený 2 cm po pokožce.

Testovanou oblastí je distální phallang ukazováku z palmární strany – na ten je každý ze tří stimulů aplikován šestkrát. Test probíhá s otevřenýma očima, poté i se zavřenýma. Nejprve se testuje na zdravé straně, pak na paretické. Hodnotí se počet správných odpovědí z celkově 18 stimulů a přepočítává na procenta.

**STP test** se provádí pomocí pingpongového míčku (lehčí) a golfového míčku (těžší) a úkolem pacienta je uvědomit si trvalý tlakový dotyk na kůži v čase 20 sekund. Test zahrnuje jak pasivní dotyk míčku, který se spustí na provázku na oblast thenaru, tak aktivní držení míčku mezi palcem a ukazovákem. Pacient hodnotí na numerické škále od 1-10 intenzitu pocíťovaného vjemu u každého z testů, a to ihned po umístění míčku do ruky a poté v časových intervalech 5, 10, 15 a 20 sekund. Cílem testu je zjistit, jestli tlakový vjem v průběhu 20 sekund klesá – tj. zda dochází k adaptaci během držení. Byla však zjištěna nízká reliabilita u subtestu pasivního testování s lehkým míčem, tudíž je doporučeno ji v testu vynechat (Vyskotová & Macháčková, 2013).

### **Shape/Texture Identification Test**

Shape/Texture Identification Test (STI) – test pro identifikaci tvaru a kvality povrchu, je upraven dle Rosén & Lundborg (1998) a je určen k hodnocení taktilní gnózie (stereognózie) a dvoubodové diskriminace u pacientů s periferní parézou nebo s karpálním tunelem.

STI je složen ze tří známých tvarů – kostka, válec a šestiúhelník, které jsou vyrobeny ve třech velikostech: 15 mm, 8 mm, 5 mm. Dále pro testování povrchů obsahuje tři povrchy a to jeden, dva nebo tři v řadě umístěné kovové hroty, rozmístěny v různých vzdálenostech od sebe: 15 mm, 8 mm a 4 mm. Testování se začíná od zdravé ruky a probíhá bez zrakové kontroly. Při paréze nervus medianus pacient používá ukazovák, při paréze nervus ulnaris malík. Pacient prstem zkoumá nejprve tvary od největších po nejmenší, poté povrchy. Za tři správné odpovědi získává jeden bod, tudíž maximálně lze dosáhnout 6 bodů pro každou ruku. Jestliže pacient dosáhne v některém ze subtestů hodnoty 0, pokračuje v testování druhé ruky.

## 2.5 Nejčastější diagnózy s poruchami čítí objevující se v rehabilitaci

### 2.5.1 Cévní mozkové příhody

Porucha čítí po CMP se vyskytuje nejméně u jednoho ze dvou pacientů (Carey, Matyas, & Baum, 2018) a negativně ovlivňuje kvalitu života (Carey, 1995). Velmi častá pak bývá ztráta diskriminačního čítí (Winward, Halligan, & Wade, 2007). Stereognózie a propiocepce bývají častěji poškozeny než povrchové čítí. Ve studii, kterou provedli Connell, Lincoln, & Radford (2008) se ukázalo porušení exterocepce na obličeji pouze u 7 % zkoumaných osob po CMP, kdežto na zápěstí mělo porušené tyto modalitty až 53 % pacientů. Objevil se také somatosenzorický deficit na „zdravé“ straně až u 17 % případů.

Macháčková (2011) zkoumala míru úpravy poruch somatosenzorických a motorických funkcí na horní končetině u pacientů po CMP. Motorické funkce byly postiženy častěji a také byla u nich zaznamenána větší úprava než u somatosenzorického deficitu. Nicméně u pacientů s cílenou terapií somatosenzorických funkcí došlo k významnému zlepšení taktilního rozlišování povrchů předmětů. U druhé skupiny probandů, která podstoupila standardní terapii, došlo pouze k mírnému zlepšení diskriminačního čítí a většímu zlepšení propiocepce. Macháčková, Vyskotová & Opavský (2016) zjistili, že somatosenzorické funkce, zejména taktilní diskriminace, byly zlepšeny u pacientů, kterým byl do terapie zařazen trénink somatosenzorických funkcí.

Porucha taktilního čítí u CMP na plantární části nohy přispívá k poruše rovnováhy, proto je důležité zařadit u pacientů s poruchami rovnováhy i vyšetření čítí (Parsons et al., 2016). Tyson et al. (2008) uvádí, že u CMP v oblasti přední cirkulace dochází častěji k porušení taktilního čítí, než propiocepce a tyto poruchy se více objevují na dolní končetině. Závažnost somatosenzorického poškození je přímo úměrná stupni závažnosti CMP.

Postižení a. cerebri media se manifestuje kontralaterální hemiparézou s hemihyestézií s větším postižením na horní končetině. Léze v oblasti a. cerebri anterior je méně častá a poškození čítí se objevuje vzácně nebo se projeví pouze na dolní končetině (Kaňovský & Herzig, 2007).

Zlepšení dotekové diskriminace je spojeno se silnějším propojením kontralaterální S II a kontralaterálního thalamu 6 měsíců po CMP. Tyto funkční změny mohou představovat budoucí cíle pro terapii (Bannister et al., 2015).

## 2.5.2 Roztroušená skleróza

Roztroušená skleróza (RS) je onemocnění autoimunitní, demyelinizační a progresivní. Dochází zde k autoimunitně zánětlivému procesu. V rámci senzitivních příznaků se mohou vyskytovat hypestezie, hyperestezie či parestezie, a to i na začátku nemoci. Pacienti často popisují mravenčení, změnu citlivosti na vnímání teploty, nebo se mohou objevit nepříjemné pocity jako bodání či pálení. Pro tyto vjemy je typické, že se nešíří v distribučních zónách nervových kořenů ani periferních nervů. I když se tyto příznaky manifestují v časné fázi onemocnění, bývají přehlíženy a v konečném důsledku nevedou ke stanovení diagnózy RS (Havrdová, 2015). Senzitivní symptomy bývají často popisovány jako nejvíc obtěžující symptomy u RS. Objevují se parestezie, Lhermittův příznak a bolesti jako například bolest pálivá nebo hluboká (Beiske et al., 2008).

Jamali et al. (2017) zjistili, že poruchy somatosensoriky jsou u RS časté. Nejčastěji se setkáváme s poruchou propiocepce (66.7 %), taktilního cití (60.8 %) a poruchou vibračního cití (44.9 %). Tyto poruchy se častěji objevují na dolních končetinách (78.2 %), než na horních končetinách (64.1 %). Snížení taktilního cití na chodidle má přímou souvislost se sníženou délkou trvání Timed up and go testu. Porušení somatosenzitivních funkcí může být také prediktivním faktorem pro poruchy rovnováhy.

Potvrzuje to studie Citakera et al. (2011), kteří zdůrazňují, že prediktory pro stupeň omezení rovnováhy u RS jsou dvoubodová diskriminace paty a vibrační cití hlavičky prvního metatarsu. Dorgu Huzmeli & Duman (2020) také zjistili souvislost mezi porušením somatosenzitivních funkcí a omezenou dynamickou posturální stabilitou. Tito pacienti vykazují vyšší míru závislosti při provádění ADL.

Kalron et al. (2013) provedli studii, které se účastnili pacienti s RS trpící senzitivními deficity v oblasti rukou. Po několikátýdenním tréninku došlo ke zlepšení jemné motoriky, avšak nedošlo ke zlepšení stupně senzitivního poškození.

### 2.5.3 Míšní symptomatika

#### Transversální míšní léze

U kompletních transversálních míšních lézí nastává hned po přerušení míchy tzv. míšní šok, který se projeví atonií svalů a močového detrusoru, areflexií a anestezií pro všechny kvality cití pod místem léze. Po jeho odeznění v rámci cití zůstává anestezie a objevují se pozitivní abnormální kožní reflexy (Kaňovský & Herzig, 2007). Inkompletní léze míšní mohou být ovlivněny včasnou chirurgickou léčbou a výrazně tak zlepšit prognózu pacienta. K syndromům neúplné míšní léze s postižením exterocepce patří syndrom přední míšní arterie, syndrom hemisekce míšní, syndrom míšní šedi a další.

- **Syndrom přední míšní arterie** je klinicky charakterizován poruchou celého míšního segmentu, kromě zadních míšních provazců. Poškozeny jsou jak sestupné (pyramidová dráha), tak vzestupné dráhy anterolaterálního systému. Zachovaná je tedy pouze propiocepce a část vnímání bolesti pod místem léze.
- **Syndrom míšní hemisekce (Brown-Séquard syndrom)** se často vyskytuje v kombinaci s dalšími syndromy neúplné míšní léze. Postižení charakterizuje výpadek motorických funkcí a propiocepce na ipsilaterální straně a porucha cití bolesti a tepla na straně kontralaterální (Häckel, 2008).
- **Syndrom míšní šedi** nebo také syndrom míšní komisury vzniká důsledkem tzv. syringomyelie či hydromyelie (viz níže).

#### Provazcové míšní syndromy

Syndrom zadních provazců míšních vzniká selektivním postižením pouze fasciculus gracilis et cuneatus a projevuje se úplným výpadkem hlubokého cití, který podmiňuje všechny následující poruchy. Vzniká šlacho-okosticová hyporeflexie či areflexie a typickým příznakem je tzv. spinální ataxie, charakterizována poruchou rovnováhy a taxie, zhoršující se při vyřazení zrakové kontroly (Kaňovský & Herzig, 2007).

## **Syringomyelie**

Jedná se o longitudinální dutiny vyplněny likvorem či tkáňovým mokem uvnitř míchy, které mohou utlačovat struktury s ní sousedící. Dominuje postižení spinothalamického traktu v podobě tzv. disociované poruchy cití. Porušenými modalitami jsou oboustranně bolest, teplo, chlad a taktilní cití. Hluboké cití zůstává neporušeno. Tyto poruchy se mohou vyskytovat také v dermatomech odpovídající postiženým segmentům či o 1-2 segmenty níže od nejdálší postiženého. U těchto pacientů lze pozorovat obraz tzv. syringomyelické ruky, vzhledem k nejčastější lokalizaci dutinek v krční a hrudní páteři. Projevuje se anestezií cití pro bolest, chlad i teplo a ruce vypadají hrubé a oteklé (z porušení vazomotorických cév) (Kaňovský & Herzig, 2007).

### **2.5.4 Kořenové syndromy**

Nejčastější příčinou kořenových syndromů bývají výhřezy disku, stenóza páteřního kanálu a fasetový syndrom. Léze míšních kořenů vzniká vlivem chronického přetěžování na podkladě degenerativních změn v intervertebrálním disku. Klinicky se vyskytují bolesti často po provokujícím mechanismu (např. zvednutí těžkého břemene) a šíření příznaků v příslušném dermatomu. Tzv. iritační příznaky se projevují parestezií, dysestezií, zánikové příznaky potom hypestezií. Dochází ke snížení reflexů a oslabení síly svalů inervovaných daným míšním nervem. Nejčastěji dochází k výhřezu disku L4/L5 a L5/S1 (Seidl, 2015).

Akutní obtíže u krčních kořenových syndromů bývají zpočátku omezeny na oblast šíje nebo mezi lopatkami. Postupně se rozvíjí parestezie až dysestezie, které předchází kořenové bolesti. Tyto senzitivní projevy jsou dány kořenovou kompresí a následná kořenová bolest vzniká až s rozvojem zánětlivé reakce v okolí komprese. Chronické obtíže postrádají tento klasický klinický obraz. Nejčastěji bývají postiženy segmenty C5/C6 a C6/C7 (Kasík, 2002). Dle studie, kterou provedli McAnany et al. (2019), pouze 54 % pacientů s cervikální radikulopatií vykazovalo šíření kořenové bolesti a parestezií ve standardně popisovaných dermatomech.

### 2.5.5 Mononeuropatie

Při postižení jednoho periferního nervu vzniká mononeuropatie. Dle Seddona rozlišujeme tři stupně poškození periferního nervu:

1. **Neurapraxie** – přechodná porucha, blok vedení nervu, bez porušení kontinuity nervu a axonů. Postižena je většinou myelinová pochva, vedení nervu nad i pod místem poranění je zachováno.
2. **Axonotmesis** – těžší forma poškození, kdy byly přerušeny axony, ale se zachováním endoneuria a epineuria (podpůrných tkání), dochází k Wallerově degeneraci bez zániku pojivové tkáně. Je umožněna reinervace cílových orgánů.
3. **Neurotmesis** – jedná se o nejtěžší stupeň s úplným přerušením nervu s následnou Wallerovou degenerací, kde dochází k přerušování či porušení axonů, myelinové pochvy i podpůrných tkání. Dle Sunderlanda se neurotmesis dělí ještě na další tři podskupiny a to:
  - a. ztráta kontinuity axonů a endoneuria, perineurium je nepoškozené
  - b. ztráta kontinuity axonů, endoneuria, perineuria, epineurium je nepoškozené
  - c. přerušování celého nervu

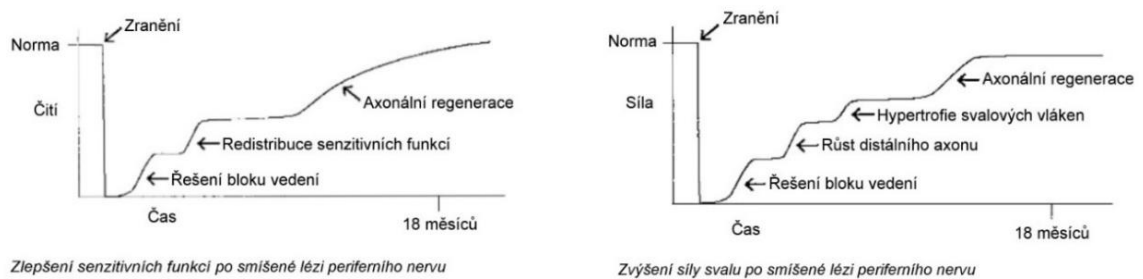
Regenerace periferních nervů probíhá dorůstáním z proximálního pahýlu směrem k distálnímu a postupně dochází k remyelinizaci. U toho je nutná přítomnost endoneurální trubice pro úspěšný růst až k efektoru. Senzitivní regeneraci ovlivňuje nervový růstový faktor. V případě svalových vláken musí být reinervace dosažena do 18 měsíců k zachování funkce. Senzitivní receptory mohou být schopny funkční reparace i více než po jednom roce (i po několika letech). Pro posouzení regenerace senzitivních vláken je možno využít Tinelův příznak: poklep na nervový kmen způsobí parestezie, dysestezie či bolest (Ambler, Bednařík, & Růžička, 2010).

Na úrovni CNS po přerušování periferního nervu během několika minut dochází v mozku ke kortikální reorganizaci. Například při lézi n. medianus se v somatosenzorickém kortexu v projekční oblasti n. medianus objeví „černá díra“ z důvodu náhlé deafferentace. Přilehlé kortikální oblasti se velmi rychle rozšíří, aby obsadily toto volné místo v kortexu. První fázi je nazýváno období hned po lézi periferního nervu.



Během této fáze je ruka naprosto bez citlivosti v oblasti daného přerušeno nervu. Následná reinervace ale neproběhne stejnými axony, jako před lézí. Důsledkem jsou reorganizace v kortexu – změni se reprezentace periferních nervů v somatosenzorickém kortexu a n. medianus v něm již neobsadí své původní oblasti. Kortikální reprezentace jednotlivých prstů ruky se změni v nespojitě ostrůvky a jednotlivé oblasti se mohou překrývat. Tento začátek reinervace ruky je označen jako fáze druhá a obvykle nastává 3-4 měsíce po obnově kontinuity nervu (Lundborg & Rosén, 2007).

Porovnání hlavních atributů senzitivní a motorické regenerace je znázorněno na Obrázku 8.



**Obrázek 8.** Konceptuální schéma – porovnání zlepšení senzitivních a motorických funkcí po smíšené lézi periferního nervu (Robinson, 2000).

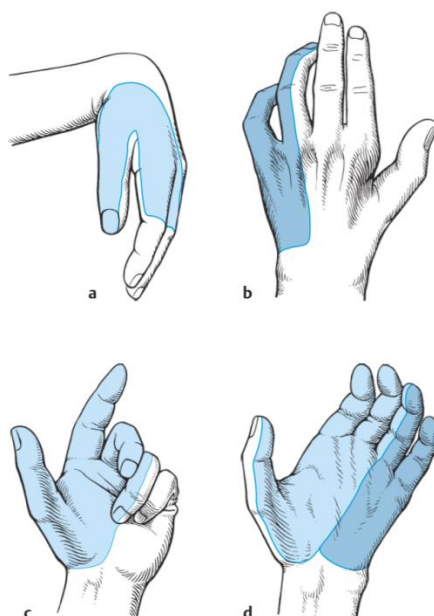
Poranění periferních nervů je nejčastěji traumatologické etiologie, zejména při dopravních nehodách, méně často potom následkem penetrujícího poranění, pádů a průmyslových nehod. Nejčastěji postiženým nervem na horní končetině je nervus radialis, následně n. ulnaris a n. medianus. Na dolní končetině převládá postižení n. ischiadicus, dále n. peroneus a vzácně potom n. tibialis a n. femoralis (Robinson, 2000).

Dalším mechanismem vzniku parézy jsou komprese – buď zevní komprese nervu nebo v anatomicky predisponovaných místech (úžinové, resp. tunelové syndromy) (Kaňovský & Herzig, 2007).

## Periferní parézy na horních končetinách

### N. radialis (C5-C7)

Obrna n. radialis je vizuálně rozpoznatelná podle tzv. příznaku labutí šje (Obrázek 9 a). Motoricky pacient není schopen zvednout prsty při dlani položené na stůl, nebo provést extenzi v zápěstí při sevřené ruce v pěst. Senzitivní deficit se projevívá hypestezií v oblasti kolem palce ruky. Může vzniknout také čistě motorický nebo čistě senzitivní deficit. Příčinou čistě senzitivního deficitu bývá útlak zevně na zápěstí například u těsných náramkových hodinek či poutech (Kaňovský & Herzig, 2007).



**Obrázek 9.** Typické držení ruky u nejčastějších periferních paréz horní končetiny a znázornění oblasti senzitivního deficitu. a) n. radialis; b) n. ulnaris c) n. medianus d) n. medianus (radiálně) + n. ulnaris (ulnárně). Převzato z Baehr & Frotscher (2005).

### N. ulnaris (C8-Th1)

Tento nerv má význam zejména v kontrole pohyblivosti prstů. Paréza se projevívá drápotvým držením se semiflexí 4. a 5. prstu, malík je držen v abdukci a později je zřetelný propad interfalangeálních prostor. Čítí bývá porušeno v oblasti ulnární hrany ruky až po mediální okraj 4. prstu (Obrázek 9 b). Nejčastějším místem léze je oblast lokte, v anatomicky povrchovém kubitálním kanálu.

Dále může dojít ke kompresi v tzv. Guyonově kanálu vedle os pisiforme – zde je cití neporušeno kvůli odstupu senzitivní větve ještě před touto strukturou. Motoricky vážne abdukce i addukce malíku a flexe v metakarpofalangeálních kloubech (Ambler & Bednařík, 2010; Kaňovský & Herzig, 2007).

### **N. medianus (C5-Th1)**

Vizuální projev obrny (a oblast poruchy cití) je znázorněn na Obrázku 9 c, d a nápadná je hypotrofie až atrofie thenaru. Klinický obraz je dán výškou léze. U tohoto nervu dominuje funkce senzitivní nad motorickou (na rozdíl od n. radialis či n. ulnaris). Mohou se vyskytovat senzitivní projevy jako hypestezie, ale také nepříjemné dysestázie, alodynies, hyperpatie, či kauzalgie, které jsou lokalizovány v oblasti prvního až poloviny čtvrtého prstu z palmární strany ruky. Může dojít i k izolované lézi nn. digitales, které jsou konečnými větvemi n. medianus, n. ulnaris a n. radialis a jsou důležité pro senzitivní inervaci prstů.

**Syndrom karpálního tunelu** patří mezi nejčastější úžinové syndromy, dochází ke kompresi n. medianus a vzniká často chronickou mikrotraumatizací v oblasti retinaculum flexorum, při práci s vibračními nástroji, u zlomenin či revmatických artritid. Dominují tedy senzitivní příznaky – bývají klidové, noční nebo ráno po probuzení. Po protřepání ruky a rozhýbání prstů se bolesti zmírní. Je důležité odlišit kořenové příznaky u cervikobrachiálního syndromu, které však nebývají až tak klidové (Ambler & Bednařík, 2010).

K průkazu útlaku nervu v karpálním tunelu používáme Tinelův příznak, kdy poklep vyvolá parestázie v distribuční zóně n. medianus. Bývá pozitivní v 60 % případů. Dalšími zkouškami jsou například Phalenův test (pasivní palmární flexe zápěstí), který se provádí po dobu alespoň 1 minuty a obrácený Phalenův test (pasivní dorzální flexe zápěstí), který by měl být prováděn alespoň 2 minuty. Opět by se měla projevit stejná symptomatika jako u Tinelova příznaku. Testy bývají pozitivní až u 80 % postižených (Smrčka, Vybíhal & Němec, 2007).

Přestože u těchto pacientů dochází po chirurgické dekompresi k ústupu pozitivních příznaků, literatura se jen omezeně zabývá dopady necitlivosti na funkčnost ruky z dlouhodobého hlediska (Jerosh-Herold et al., 2012). Programy reedukace senzitivních funkcí se po chirurgické dekompresi ukázaly neúčinné z hlediska zlepšení taktilního cití a funkčních deficitů (Jerosh-Herold et al., 2016).

## **Další periferní parézy na horní končetině**

Mezi další méně časté periferní parézy na horní končetině, patří například obrna n. axillaris (C5-C6), u které se nachází oslabení abdukce a jen malý okrsek pro oblast cití nad deltovým svalem. Vizually je viditelná atrofie deltového svalu a patrné oslabení m. deltoideus zejména nad 90° abdukce.

Izolované poškození n. musculocutaneus (C5-C6) bývá vzácné. Zahrnuje i senzitivní větev n. cutaneus antebrachii lateralis, která senzitivně inervuje radiální část přední plochy předloktí – zde nacházíme poruchy cití. Motoricky vážně flexe v loketním kloubu při supinovaném předloktí (Ambler, 2011).

## **Periferní parézy na dolních končetinách**

### **N. ischiadicus (L4-S3)**

K jeho poškození dochází mechanickou kompresí a projevuje se jako postižení n. tibialis + n. peroneus.

### **N. peroneus (n. fibularis) (L4-S1)**

Nejčastěji je poškozen při kompresi u hlavičky fibuly. Hlavním motorickým deficitem bývá přepadávání špičky a omezená inverze a everze nohy. Senzitivně inervuje jednak malý okrsek mezi 1. a 2. prstcem nohy (n. peroneus profundus) a přední a zevní stranu bérce (n. peroneus superficialis). Zde se nachází porucha cití. (Ambler, 2011).

### **N. tibialis (L4-S3)**

Při vysoké lézi n. tibialis motoricky vážně plantární flexe, inverze a chůze po špičkách. Senzitivní inervace se nachází na zadní straně stehna a lýtka až na plosku nohy. Je zde důležité odlišit lézi od radikulární symptomatiky S1. N. tibialis bývá nejčastěji poškozen za vnitřním kotníkem – tzv. syndrom tarzálního tunelu. Zde bývají dominující příznaky parestzie, kauzalgie, bolesti s propagací do planty, které jsou zpočátku intermitentní, později stálé. Motorický deficit je málo zřejmý. Palpačně se objevuje bolestivost za vnitřním kotníkem a může provokovat Tinelův příznak. Může se objevit i izolované postižení n. plantaris medialis et lateralis. Tyto obrny mají v ohraničené inervační oblasti obdobné příznaky.

Mortonova metatarzalgie vzniká na podkladě komprese digitálních nervů mezi hlavičkami metatarzů. Nejčastěji je to 2. nebo 3. digitální nerv. Příznaky zahrnují bolestivost v chodidle, propagace bolestí do prstů často po chůzi či delším stání.

### **Další periferní parézy na dolní končetině**

Méně časté léze periferních nervů zahrnují například postižení n. femoralis (L2-L4), kde motoricky nacházíme oslabenou flexi v koleni, při vyšší lézi i v kyčli, senzitivně inervuje oblast přední vnitřní strany stehna a mediální stranu bérce (Ambler, Bednařík & Růžička, 2010).

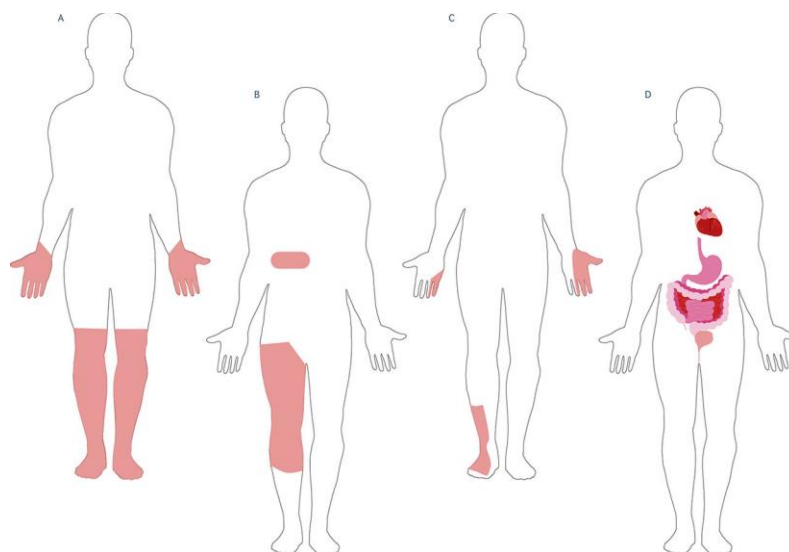
### **2.5.6 Polyneuropatie**

Prevalence polyneuropatií se pohybuje kolem 5–8 % a tím se řadí k nejčastějším onemocněním periferního nervového systému u dospělých (Sommer et al., 2018). Toto onemocnění je charakterizováno jako difuzní či systémové postižení více periferních nervů. Bývá různé etiologie (zánětlivé, metabolické, toxické, degenerativní, kryptogenní atd.). Projevy převažují na dlouhých nervech v oblasti distálních částí končetin. Příznaky se označují někdy jako negativní – zánikové (snížené vnímání cití) a pozitivní – iritační (bolesti, brnění, pálení, svědění). Při postižení silných vláken (pro vnímání vibrace a polohocitu) převažují motorické poruchy. U těžšího postižení se objevuje senzitivní ataxie s poruchou rovnováhy a ataktickou chůzí hlavně při vyloučení zrakové kontroly. Postižení tenkých vláken se manifestuje zejména senzitivními příznaky. Často se objevuje porucha pro teplo a čtené bolesti (tupé, palčivé, lancinující). Někdy bývá také zasažen autonomní nervový systém (Ambler, Bednařík & Růžička, 2010; Ambler, 2011).

Porucha cití – hypestézie nebo hyperestézie se vyskytuje pro různé kvality podle postižení jednotlivých druhů vláken, nebo globální, kdy jde o poruchu pro všechny kvality cití. Mívá typický punčochový nebo rukavicový charakter (polyneuropatický typ) (Ambler, 2011).

## Diabetická neuropatie

Diabetická neuropatie (DN) je Českou diabetologickou společností definována jako chronická komplikace diabetes mellitus (DM), při které dochází k nezánětlivému poškození somatických nebo autonomních nervů a dochází tak k poruše jejich funkce a struktury. Dělí se na neuropatii symetrickou a asymetrickou. Nejčastějším typem DN je symetrická senzoricomotorická polyneuropatie (somatická) a autonomní neuropatie (AN). Projevy AN se odvíjí od postižení daného systému. Nejčastěji začíná postižením kardiovaskulárního systému. Typy neuropatie u DM znázorňuje Obrázek 10.



**Obrázek 10.** Typy neuropatií u DM. Část (A) označuje oblasti postižení u distální symetrické polyneuropatie a neuropatie tenkých vláken; (B) distribuce radikuloplexopatie a radikulopatie; (C) mononeuropatie; (D) autonomní neuropatie se znázorněním nejčastěji postižených orgánů.

Převzato z Peltier, Goutman, & Callaghan, 2014.

Pro senzoricomotorickou polyneuropatii jsou typické pálivé, řezavé a palčivé bolesti nohou a distálních oblastí bérců doprovázené pocitem neklidu v nohou, někdy mravenčením prstů. Tyto bolesti se objevují v klidu a při zátěži se mírní. Mezi motorické příznaky patří svalová slabost a omezená pohyblivost zejména nohou. Dále se neuropatie projevuje ztrátou citlivosti nohou, kdy pacient necítí tlakovou bolest ani bolest při vznikajícím zánětu (Lacigová et al., 2016).

Porucha tohoto protektivního čítí je výrazným rizikovým faktorem pro vznik ulcerací. Noha se tak stává náchylnější k mechanickému a tepelnému poškození. Periferní neuropatie společně s onemocněním periferních cév, hyperglykemií a prozánětlivým prostředím v organismu způsobují abnormální hojení ran, což vede ke vzniku ulcerací u DM (Rosyid, 2017). Ischémie, neuropatie a infekce jsou tři patologické komponenty, které se často vyskytují společně a vedou ke komplikacím DM (Lepántalo et al., 2011).

### **2.5.7 Stav po replantaci a revaskularizaci tkání**

Účelem replantace a revaskularizace je znovuobnovení funkce tkání, které umožní funkční využití replantované části těla. K tomu je potřeba dostatečná stabilita, rozsah pohybu a citlivost. Úspěšnost výkonu závisí na vhodné operační technice a hojení tkání (Prsic & Friedrich, 2019). Pro plný návrat funkce replantovaného prstu je velmi důležité obnovení senzitivity, proto je zapotřebí správná sutura nervu. Nedílnou součástí pooperační péče je také rehabilitace (Dellon, 1986; Barbary et al., 2013; Tudosie et al., 2011)

Tudosie et al. (2011) navrhli komplexní rehabilitační program ke zlepšení motoriky a senzitivních funkcí, který aplikovali u pacienta po replantaci nohy. Pacient trpěl ztrátou protektivního čítí, vnímání bolesti, tlaku, poruchou termického a vibračního čítí. Aktivní trénink čítí sestával z edukace, nácviku detekce, lokalizace a diskriminace objektů. Autoři se domnívají, že rehabilitační léčba zásadně přispěla k návratu funkce nohy. Během šesti měsíců došlo k obnově většiny modalit čítí.

## 2.6 Metody fyzioterapie a rehabilitace pro zlepšení čítí

**Aktivní trénink** je založen na reedukaci s využitím principu učení a obsahuje techniky zaměřené na zlepšení sensitivní diskriminace a ostatní programy senzoričkého tréninku.

**Pasivní trénink** jako externě aplikovaný podnět za účelem aktivace nervového systému zahrnuje zejména fyzikální terapii a manuální techniky.

**Hybridní trénink** nelze zařadit ani do jedné z předchozích kategorií, kombinuje senzoričskou stimulaci a reedukaci. Zahrnuje trénink pomocí virtuální reality (pozorování zrakem, zpětná dotyková vazba, pasivní exoskeleton) (Serrada, Hordacre, & Hillier, 2019). Zde je trénována více propriocepce, než exterocepce a hybridní trénink nebude blíže zmíněn.

### 2.6.1 Aktivní trénink senzitivity u CMP

#### Zlepšení taktilní diskriminace

O reedukaci čítí se v minulosti pokoušelo mnoho odborníků, největší rozvoj v této problematice zaznamenáváme však až v 90. letech. Yekutiél & Guttman (1993) studovali 20 pacientů po CMP, kteří byli omezení hemiplegií a senzitivním deficitem v oblasti ruky ve chronickém stadiu – dva a více let po iktu. Po terapii, která trvala 6 týdnů se objevilo signifikantní zlepšení u experimentální skupiny, zatímco u kontrolní skupiny zůstal senzitivní deficit nezměněn.

V reedukaci se zaměřovali na psychologické aspekty, motivaci, pozornost pacienta a taky na to, aby stimuly používané při tréninku byly odlišné od těch testovacích. Při tréninku sensitivních funkcí využívali například identifikaci počtu linií, dotyků, čísel nebo písmen nakreslených na paži a ruku, dále tzv. „najděte svůj (plegický) palec“ se zavázanýma očima a rozeznávání tvaru, hmotnosti a textury předmětu. Výsledky ukázaly, že sensitivní funkce ruky u chronických pacientů po CMP mohou být zlepšeny systematickým tréninkem za relativně krátkou dobu.

Téhož roku Carey, Matyas, & Oke (1993) provedli studii, ve které na rozdíl od předcházející studie využili testovací baterii současně také k tréninku, a to zejména diskriminačních funkcí. Jednalo se o TDT (Kapitola 2.4.6) a proprioceptivní diskriminační test, ale s použitím méně stimulů, než v testování.



Opět dosáhli signifikantního zlepšení u pacientů po CMP. Carey & Matyas (2005) pokračovali ve zlepšování diskriminačního čítí u CMP, a to pomocí diferencovaného a nediferencovaného tréninku stimulů.

### **Diferencovaný trénink stimulů**

Stimulus Specific Training (SST) – Diferencovaný trénink stimulů, je metodika pro zlepšení diskriminačního čítí, která byla navržena tak, aby maximalizovala zlepšení specifických trénovaných stimulů. Základními principy jsou postup od jednodušších k obtížnějším diskriminacím, opakování specifických úkolů, srovnání s druhou rukou, zkoumání předmětu bez zrakové kontroly a následná zpětná vazba zrakem. Trénink byl zaměřen na zkoumání různých textur mřížek jako v testu TDT a taky povrchů látek, jak bylo popsáno výše v testu FMT (Kapitola 2.4.6). Návčik také obsahoval trénink propriocepce.

### **Nediferencovaný trénink stimulů**

Stimulus Generalization Training (SGT) – Nediferencovaný (generalizovaný) trénink stimulů byl navržen tak, aby usnadnil přenos tréninkového efektu i na nové, netrénované stimuly. Byly použity různé povrchy (např. papír, sklo, kůže, guma), ale nikoliv textilie. Povrchy byly seřazeny od hladkých po drsné napříč pěti stimuly a zahrnovaly malé až velké rozdíly. Nejprve byly představeny povrchy s velkými rozdíly a později středními až minimálními rozdíly v typu povrchu. Subjekty měly tedy možnost zkoumat nové povrchy a rozlišovat jejich rozdíly (Carey & Matyas, 2005).

### **Komplexní programy v terapii čítí**

Rehabilitací senzitivních funkcí se zabývali Smania et al. (2003), kteří detailně popsali léčebný protokol reedukace čítí u pacientů s čistě senzitivní formou CMP. Zahrnoval techniky, které zlepšovaly všechny aspekty jemné motoriky. Následující postupy obsahují prvky pro zlepšení exterocepce.

### **Taktilní diskriminace**

K tréninku taktilní diskriminace byl využit smirkový papír s různými stupni drsnosti. Dále povrchy z materiálů jako například guma, látka či tkanina. Cvičení probíhalo bez zrakové kontroly.

## **Rozpoznávání objektů**

Rozpoznání objektů hmatem zahrnuje tři úkoly – bez kontroly zraku manipulovat s jedním předmětem a následně ho vizuálně identifikovat mezi dalšíma dvěma. Další úkol představuje hmatové zkoumání skupiny malých předmětů (např. rýže, kameny, šrouby) a následné rozpoznání skupiny zrakem. Při posledním úkolu pacient uchopí do obou rukou dva předměty opět bez zrakové kontroly a hodnotí, jestli jsou předměty identické, či nikoliv.

## **Seskupování objektů**

Pacient dostane heterogenní směs různých malých objektů (např. knoflíky, sponky na papír) a jeho úkolem je se zavázanýma očima do stejné skupiny objektů.

Další program senzorické reedukace navrhli Carlsson et al. (2018), kteří se zaměřili na horní končetinu u pacientů po CMP. Program trvá 2,5 hodiny ve skupině po 2-3 účastnících, dvakrát týdně po dobu 5 týdnů. Vždy probíhá pod vedením jednoho fyzioterapeuta. Jednou týdně ještě navíc pacient cvičí individuálně doma. Trénink se skládá z jedné hodiny senzorického re-learningu zahrnujícího tři 20minutové bloky:

1. detekce různých povrchů dotykem (hmatové pexeso)
2. identifikace různých materiálů, tvarů, textur, hmotností a teplot
3. rozpoznávání různých objektů hmatem

Po 15minutové přestávce mají účastníci pokračovat další 1 hodinou tréninku motorických funkcí zaměřené na provedení úkolu, který zahrnuje tři 20minutové terapie:

1. zavazování tkaniček, zapínání knoflíků a vytahování zipu
2. činnosti jemné motoriky a bimanuální úkoly, jako je nalití vody do láhve a použití příboru
3. míchání, rozdávání a otáčení karet a hraní deskových her

Všichni pacienti jsou poučeni o senzorickém reedukačním principu, který zahrnuje provádění opakovaných, odstupňovaných cvičení se zvyšující se obtížností, pozorné zkoumání předmětů a nepřetržitou zpětnou vazbu zrakem nebo pomocí intaktní ruky při zhoršené funkci trénované paretické horní končetiny.

Doporučuje se, aby pacienti aktivně přemýšleli o vlastnostech objektu, velikosti, struktuře, materiálu a hmotnosti, a to i při provádění běžných každodenních činností.

Umeki, Murata, & Higashijima (2019) se shodují, že pro zlepšení jemné motoriky a manuální funkčnosti ruky je nutný trénink senzitivních funkcí. Doporučují trénink alespoň 20 minut denně, 5 dní v týdnu. Tréninkový program se skládá ze dvou typů diskriminačních úkolů:

1. dotykové úkoly pro identifikaci různých povrchů (smirkový papír ve třech typech drsností) a materiálů (kožešina, saténová tkanina, plátno)
2. spočítání bodů v náhodných Braillových písmenech (bez čtení písmen)

### **Zrcadlová terapie**

Wu et al. (2013) zjistili, že při tréninku motorických funkcí současně s těmi senzitivními, došlo mimo jiné ke zlepšení termického čítí. Vizuální iluze může vytvářet sensorický vstup, který moduluje somatosenzorický kortex a může tak přispět ke zlepšení somatosenzitivních funkcí.

Macháčková et al. (2007) považují za základ úspěšné terapie senzomotorických funkcí ruky po CMP neurologické vyšetření, které je zaměřeno na motorický a senzitivní deficit, a upřesňující vyšetření s použitím validních testů. Metody pro ovlivnění těchto funkcí by měly být založeny na znalostech neurofyziologických mechanismů řízení pohybu. V neposlední řadě je důležitá spolupráce v rámci týmů a pracovišť, která pečují o tyto pacienty.

### **2.6.2 Aktivní trénink senzitivity po poškození periferních nervů**

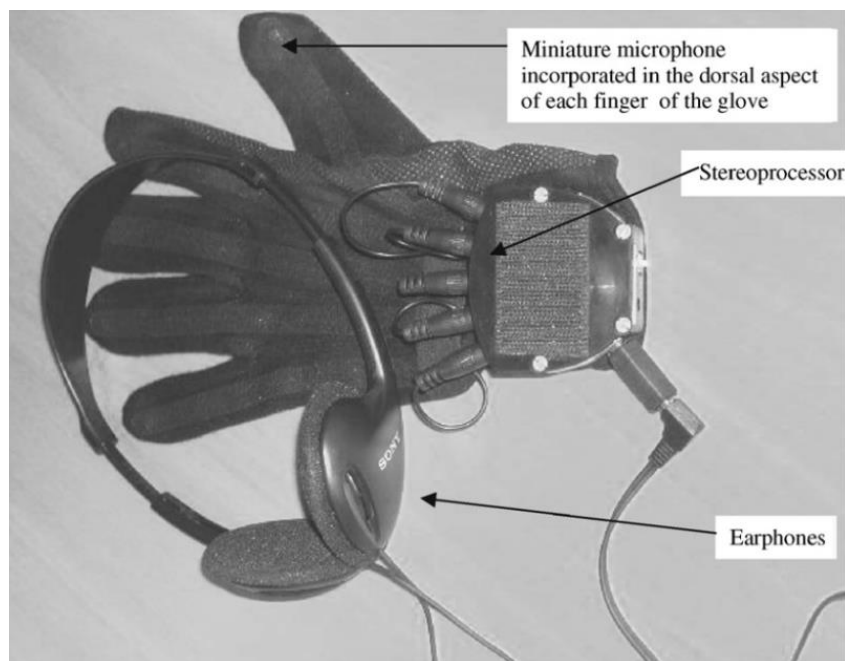
Reedukace čítí po poškození periferních nervů byla popisována již v 70. a 80. letech. Nejprve je trénována percepce různých modalit a lokalizovaný dotyk, později identifikace předmětů či rozpoznávání tvarů se stupňující se náročností. Začíná se trénovat se zrakovou kontrolou, poté bez ní. Tyto metody jsou však často rutinně používány, nemají vědecký základ ani neberou v úvahu plasticitu mozku.

Moderní koncept senzorické reedukace představili Rosén a Lundborg. Vycházejí z faktu, že po přerušení periferního nervu během několika minut dochází v mozku ke kortikální reorganizaci (Kapitola 2.5.5). Jejich senzorická reedukace začíná již v první fázi po lézi periferního nervu.

### **Fáze 1 – zachování kortikální mapy ruky**

**Vizuo-taktilní interakce a mirror training.** Instruuje pacienta, aby sledoval svou ruku, které se terapeut dotýká. Později lze přidat zrcadlo, za které je postižená ruka schována a zdravá ruka reflektována do místa, kde se nachází ruka s poškozeným nervem. Dotyky zdravé ruky dávají iluzi doteku ruky poškozené. V této fázi se mohou objevit taktilní vjemy v necitlivé oblasti.

**Audio-taktilní interakce a využití senzorické rukavice.** Sensory Glove System (SGS) je speciálně upravená rukavice s mikrofony, instalovanými dorzálně v úrovni konečků prstů. Tato rukavice je připojena ke sluchátkům přes miniaturní stereo procesor (Obrázek 11). Dle autorů „může pacient slyšet to, co ruka cítí“. Za pomoci této alternativní smyslové zpětné vazby je možné rozlišit jednotlivé prsty nebo textury. Tento princip se používá ke stimulaci somatosenzorického kortexu senzorickým vstupem v době, kdy regenerující nervová vlákna dosud nedosáhla periferního cíle. Doporučuje se trénink po dobu dvou týdnů hned po obnovení kontinuity nervu, 2x denně 10-15 minut rozeznávat pomocí ruky 4 typy předmětů a nacvičovat lokalizovaný dotek s jedním z těchto předmětů.



**Obrázek 11.** SGS. Rosén & Lundborg (2007).

Lundborg & Rosén (2003) tuto senzorickou rukavici testovali u skupiny s lézí n. medianus a výsledky ukázaly, že skupina využívající v tréninku senzorickou rukavici vykazovala efektivnější regeneraci po lézi.

## **Fáze 2 – zvýšení efektu senzorické reedukace**

**Deafferentace předloktí.** Provádí se anestezie předloktí proximálně od místa léze s cílem umožnit rozšíření kortikální reprezentace ruky. K tomu se používá krém EMLA, který obsahuje lokální anestetika. Používá se dvakrát týdně po dobu dvou týdnů. Probíhá přitom i klasický trénink senzitivních funkcí. Rosén, Björkmann, & Lundborg (2005) účinky anestezie předloktí zkoumali u pacientů s lézí n. medianus a n. ulnaris. V porovnání s kontrolní skupinou, které bylo podáváno placebo, vykazovala skupina experimentální signifikantní zlepšení taktilní diskriminace (Lundborg & Rosén, 2007; Rosén & Lundborg, 2007).

Shieh et al. (1995) ve svém rehabilitačním plánu po replantaci prstů ruky zahrnuli některá cvičení rozvíjející taktilní diskriminaci. Plán obsahoval například dynamický pohyb prsty přes určitou strukturu bez zrakové kontroly. Poté pacient zkontroloval zrakem typ povrchu a zapamatoval si ho. Postup musel být dostatečně jednoduchý a opakující se, aby mozková kůra byla schopna reorganizace.

Při dalším cvičení měl pacient otevřené oči a nejprve pozoroval různé objekty (matice různých velikostí, šrouby) a svou pozornost soustředil na to, jaký má vjem při dotyku daných předmětů. Pak pacient opakoval cvičení se zavřenýma očima a opět vnímal daný stimul. Smyslová kúra tak byla nucena prostřednictvím kombinace vizualizace, dotyku a paměti. Doba cvičení na jedno sezení byla kolem 10-15 minut.

### **2.6.3 Pasivní trénink senzitivity**

#### **Fyzikální terapie**

Fyzikální terapii (FT) můžeme využít k ovlivnění aferentního systému ve fázi rozvoje funkční poruchy, která často předchází poruchu strukturální a zaktivizovat tak autoreparační mechanismy organismu. Tím lze předejít přeměně funkční poruchy ve strukturální. Pomocí FT lze zasáhnout do aferentace organismu zvýšením aktivity vláken A $\alpha$  a A $\beta$  a inhibovat přenos nocicepce dle vrátkové teorie tlumení bolesti (Kapitola 3.1.3). Na tomto principu fungují například proudy DD-LP nebo TENS. Ačkoliv jsou poruchy citlivosti v místě aplikace FT obecnou kontraindikací, existují výjimky či omezení intenzity dráždění v podobě velikosti elektrod či předpisem lékaře.

#### **Galvanizace**

Klidovou galvanizaci lze využít pro ovlivnění citlivosti u neuropatií, například u diabetické, postinfekční či postklimakterické neuropatie. V případě dysestezie využíváme účinků anelektrotonu (snížení dráždivosti pod anodou) a je zde tedy cílem snížení dráždivosti senzitivních nervů. U akrální hypestezie působí katelektrotonus (zvýšení dráždivosti pod katodou) a snahou je zvýšení dráždivosti senzitivních nervů. Výhodnější oproti klidové galvanizaci v případě neuropatií je čtyřkomorová lázeň (hydrogalvan), a to z důvodu rovnoměrnějšího průchodu proudu nebo cílení na jednu končetinu. Pokud se jedná o porušení citlivosti z důvodu poruchy inervace, parézy či plegie, můžeme nastavit subjektivní intenzitu na druhé (nepostižené) končetině, a tudíž zde porucha citlivosti není kontraindikací (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

## Sensory-amplitude electro stimulation (SES)

Proudy SES se využívají zejména u pacientů po CMP v intenzitě prahově senzitivní. Byly prokázány účinky proudů ve zlepšení taktilního vnímání, zlepšení funkce ruky a krátkodobé změny v sensorickém a motorickém kortexu. Pro reedukaci motorických funkcí se doporučuje aplikovat SES současně s aktivním tréninkem. Jedná se o symetrický bifázický průběh s impulsem trvajícím 250 mikrosekund, frekvencí 35 Hz a cyklem, kdy 10 sekund je pouštěn proud a na 10 sekund je zastaven. Běžně se proud aplikuje z povrchových elektrod umístěných na bříškách prstů, může však být pouštěn i prostřednictvím speciální rukavice, což umožňuje přímo u aplikace trénovat specifické pohyby zaměřené na úkol. Druhá elektroda bývá umístěna na extenzory zápěstí (Obrázek 12). V tomto případě je pacient instruován o domácím cvičení s touto rukavicí a je mu sestaven rehabilitační plán podle individuálních cílů a priorit.



**Obrázek 12.** Speciální rukavice pro SES umožňuje současně také trénink ADL

V závislosti na motorické funkční kapacitě je vybráno alespoň 10 praktických aktivit, které zahrnují aktivity sebeobsluhy, domácí a volnočasové aktivity. V návaznosti na ADL jsou vybrány jednoduché objekty každodenního života a jsou začleněny do terapie. Úkoly s rukavicí zahrnují úchopy a držení předmětů, bilaterální aktivity nebo zvedání a přemisťování předmětů. Cvičení probíhá dvakrát denně po 30 minutách, 5 dní v týdnu po 4 týdny (40 lekcí) (Sullivan, Hurley, & Hedman, 2012).

## **Fototerapie**

V souvislosti s polyneuropatií se setkáváme v zahraniční literatuře s takzvaným monochromatic infrared therapy (MIRE) – terapie monochromatickým infračerveným zářením. Vlnová délka je 890 nm – v této části elektromagnetického spektra proniká nejhluběji do kůže a hustota energie činí 1,3 J/cm<sup>2</sup>.

Ve dvojité zaslepené, randomizované a placebo-kontrolované studii, kterou provedli Leonard, Farooqi, & Myers (2004), zkoumali účinky MIRE na zlepšení senzitivity a redukci bolesti u pacientů s DN. Pacienti, kteří byli před terapií insenzitivní na 10gramové monofilamentum vykazovali po terapii signifikantní snížení počtu necitlivých míst v oblasti nohy. Došlo ke snížení bolesti popisované na 10bodové vizuální analogové škále bolesti z průměrně 4,2 na 3,2 po šesti aplikacích a na 2,3 po dvanácti aplikacích. U pacientů, kteří dostávali placebo nedošlo k žádným zlepšením po 6 aplikacích. Po uplynutí této doby pacienti dostali 6 aplikací pomocí MIRE a došlo k signifikantnímu zlepšení citlivosti. Bylo prokázáno také zlepšení rovnováhy.

Harkless et al. (2006) zaznamenali na velkém zkoumaném souboru (2236 osob s polyneuropatií, z toho 62 % DN) zlepšení cití na akrech dolních končetin o 66 % po terapii MIRE. Před intervencí mělo 93 % pacientů ztraceno protektivní cití. Po terapii MIRE až 53 % z těchto pacientů dosáhlo obnovení protektivního cití. Podobných výsledků dosáhli i DeLellis, Carnegie, & Burke (2005), kteří dodávají, že následkem obnovení protektivního cití bylo sníženo riziko vzniku ulcerací. Účinky MIRE se prokázaly i u polyneuropatie způsobené akromegalií (Newton & Marshall, 2019).

## **Termální stimulace**

Stimulace termálními podněty zlepšuje několik aspektů sensitivních a motorických funkcí. K termální stimulaci využíváme teplé (75 °C) nebo studené (kolem 0 °C) sáčky, které jsou obalené 2 ručníky, aby se tlumilo vedení tepla. Tyto sáčky jsou položeny na pacientovu ruku a zápěstí. Pacient má za úkol odtáhnout ruku od teplého či studeného sáčku, jakmile zaregistruje nepříjemné pocity v ruce, nebo může akceptovat 15sekundovou stimulaci. Ta se opakuje po 30 sekundách odpočinku celkem 10 x 2 se střídáním teplých a studených podnětů (Chen et al., 2005).



## **Manuální techniky**

### **Exteroceptivní stimulace**

Lewit (2015) uvádí, že tato metoda je indikována v případech, kdy lze nalézt poruchu citlivosti spojenou se změnami svalového tonu. Využívá se metoda hlazení. Zvýšený svalový tonus doprovází lehká změna cití, kterou lze hlazením vyrovnat a tonus tak upravit. Nejčastěji se asymetrická porucha cití objevuje na chodidle, což potvrzuje i pacient při technice hlazení.

Tuto techniku prosadila Hermachová (2001). Její metoda spočívá v plošném kontaktu dlaněmi s kůží pacienta. Tahem ruce vedeme po kůži. Intenzita hlazení nesmí být ani příliš nízká (kvůli lechtání) a ani příliš vysoká. Můžeme měnit směr, rychlost či kontakt dlaně a prstů – tyto změny jsou důležité, protože snížené vnímání je aktivováno (probuzeno) právě změnou.

#### **2.6.4 Stimulace exteroceptorů**

Dle Klusoňové (2011) využíváme k stimulaci exterocepce například míčkování, kartáčování, hlazení či frotáž. Lze také využít například různé pomůcky ke zlepšení citlivosti. Nejznámější jsou tzv. therabeans, což jsou umělé fazole, které slouží v terapii k prohrabování či hledání různých předmětů uvnitř nádoby naplněné těmito fazolemi.

Správná stimulace exteroceptorů a také proprioceptorů přispívá k optimální funkci chodidla a nohy, což je důležité zejména u diabetiků s PN. V rámci autoterapie lze využít chůzi po nerovném terénu, který může obsahovat kamínky nebo luštěniny. Pro stimulaci exterocepce můžeme využít také stimulačních válečků a míčků. Doporučují se i automasáže chodidel, při nichž si pacient sám určuje velikost tlaku a dochází tak k inhibici nocicepce na základě vrátkové teorie tlumení bolesti. Pacient tedy může pomocí autoterapie ovlivnit nepříjemné dysestezie a parestezie (Bednaříková & Kužílková, 2018).

### 2.6.5 Shrnutí kapitoly

Aktivní metody pro nácvik senzitivních funkcí u CMP zahrnují trénink taktilní diskriminace, který probíhá jako nácvik rozlišování různých povrchů materiálů nebo látek. Postupuje se od jednoduše rozeznatelných ke složitějším diskriminacím. Mnoho autorů vytvořilo komplexní protokoly, které mají za cíl zlepšení senzitivity a současně také jemné motoriky. Protokoly obsahují nácvik taktilní diskriminace, stereognozie, bimanuální aktivity, manipulaci s předměty a další činnosti pro zlepšení aspektů jemné motoriky. Výzkumy naznačují, že je přínosné využít také zrcadlovou terapii. Terapie u postižení periferních nervů může zahrnovat rovněž zrcadlovou terapii nebo také SGS, ke které je zapotřebí speciálně upravená rukavice. Lze využít i anestezii předloktí pomocí krému EMLA. Tyto metody však nejsou v současnosti rutinně používány.

Pasivní metody zahrnují zejména fyzikální terapii a manuální techniky. Z elektroterapie využíváme galvanizaci, v zahraniční literatuře se setkáváme s proudy SES a z fototerapie s MIRE. Tato forma fototerapie se využívá k ovlivnění senzitivity u neuropatií a podle studií zaznamenává pozitivní efekt ve zlepšení cití. Pokud lze nalézt poruchu citlivosti spojenou se změnami svalového tonu, může terapeut využít techniku hlazení. Stimulaci exterocepce provádí terapeut, nebo lze zvolit také autoterapii s využitím terapeutických fazolů, chůze po nerovném terénu nebo automasáže. Většina technik a metod senzitivní stimulace však postrádá vědecky podložené důkazy o jejich účinnosti a trénink senzitivity se nachází spíše ve stádiu hledání nejvhodnějších metod.

## 3 Speciální část

### 3.1.1 Kazuistika č. 1

#### Základní údaje

Věk: 76 let

Pohlaví: žena

Diagnóza: G560 Syndrom karpálního tunelu

#### Anamnéza

**NO:** Pacientka přichází na Neurologickou ambulanci do Nemocnice Třinec pro zhoršení algoparestézií rukou, zejména po činnosti na zahradě, trvající již několik let. Objevují se taky noční bolesti a parestezie, které budí ze spaní a po protřepání HKK ustoupí. Byla vyšetřena v prosinci roku 2019 a odeslána s žádankou na EMG pro podezření na syndrom karpálního tunelu. Dne 17. 1. 2020 bylo provedeno EMG se závěrem velmi těžké senzomotorické neuropatie n. medianus bilaterálně a syndrom karpálního tunelu s indikací k chirurgické dekompresi. Následně v únoru r. 2020 pacientka absolvovala rehabilitaci v Karlově Studánce – po tomto pobytu došlo ke zlepšení subjektivních obtíží, ale po návratu domů opět zhoršení parestezií a bolestí. Nyní pacientka vyčkává na operaci levého karpálního tunelu, která má následovat 25. 3. 2020 (za 11 dní). V plánu je i dekomprese pravého karpálního tunelu, zatím bez stanoveného termínu.

**OA:** Z osobní anamnézy pacientka udává závratě (dle lékařské zprávy se jedná o vertigo centrálního původu), které jsou však v současnosti farmakologicky kompenzovány. Dále pacientka udává artrózu obou kolenních kloubů a u pacientky se vyskytuje věkem podmíněná makulární degenerace (forma atrofická) – následkem je Amaurosis practica. Udává lumbalgie v červenci minulého roku, potvrzen m. Baastrup – potíže již zmírněny rehabilitací a pravidelným domácím cvičením.

**RA:** Z rodinné anamnézy nejsou relevantní žádné informace. Matka trpěla také na syndrom karpálního tunelu.

**PA:** V současnosti je pacientka na starobním důchodě, v minulosti pracovala jako zdravotní sestra. Často pracuje na zahradě.

**SA:** Žije sama v domě se zahradou, často ji navštěvuje rodina a pomáhá s údržbou domu.

**FA:** Udává léky na vysoký krevní tlak, Lutein na oči a léky na vertigo.

## Vyšetření

### Aspekce

Vyšetření aspektů proběhlo v nekorigovaném stoji.

- pánev symetrická
- zvýšená bederní lordóza, prominence paravertebrálních valů v Lp oboustranně
- levé rameno výš oproti pravému, převažuje horní typ dýchání
- ramena v protrakčním držení oboustranně, paže ve vnitřní rotaci, víc vpravo
- na obou rukou patrný obraz tzv. ploché či kazatelské ruky – hypotrofie thenaru s mírnou semiflexí 3.-5. prstu, víc vlevo

### Palpace

- zvýšené napětí flexorů a extenzorů zápěstí obou HK, hmatné trigger points
- není hmatný otok, teplota rukou palpačně symetrická a nezvýšená

### Goniometrie

**Tabulka 1:** Aktivní rozsah pohybu horních končetin

Horní končetiny	Goniometrie	
	pravá	levá
Ramenní kloub	S 30-0-160	S 30-0-150
	F 100-0	F 100-0
	T 30-0-120	T 20-0-120
	R 45-0-45	R 40-0-45
Loketní kloub Art. radioulnaris	S 0-0-140	S 0-0-140
	R 80-0-80	R 80-0-70
Zápěstí	S 80-0-70	S 80-0-70
	F 15-0-30	F 15-0-25
Prsty	MP S 5-0-90	S 10-0-90
	PIP S 0-0-90	S 0-0-85
	DIP S 0-0-90	S 0-0-90

**Legenda:** MP – metakarpofalangeální klouby; PIP – proximální interfalangeální klouby; DIP – distální interfalangeální klouby.

## Svalový test

**Tabulka 2:** Svalový test horních končetin

Horní končetiny		Svalová síla	
		pravá	levá
Ramenní kloub	FL	5	5
	EX	5	5
	ABD	5	5
	ZR	5	5
	VR	5	5
Loketní kloub	FL	5	5
	EX	5	5
	SUP	5	5
	PRO	5	5
Zápěstí	DFL s uln. dukcí	4	4
	DFL s rad. dukcí	4	4
	PFL s uln. dukcí	4	4
	PFL s rad. dukcí	4	4
Prsty – MP	FL	3	3
	EX	5	5
	ADD	5	4
	ABD	5	4
Prsty – PIP	FL	3	3
Prsty – DIP	FL	4	3
Palec – KM kloub	ABD	5	5
	ADD	5	5
	Opozice	2-3	2-3
Palec – MP kloub	FL	2-3	2-3
	EX	4-5	4-5
Palec – IP kloub	FL	2-3	2-3
	EX	4-5	4-5

**Legenda:** FL – flexe; EX – extenze; ABD – abdukce; ADD – addukce; ZR – zevní rotace; VR – vnitřní rotace; SUP – supinace; PRO – pronace; DFL – dorzální flexe; PFL – palmární flexe; MP – metakarpofalangeální kloub; PIP – proximální interfalangeální klouby; DIP – distální interfalangeální klouby; KM – karpometakarpový; IP – interfalangeální kloub.

Rozsah pohybu bylo možné pasivně ještě zvýšit v oblasti zápěstí. U pacientky dominuje snížená svalová síla zápěstí, prstů a palce z důvodu útlaku n. medianus v oblasti karpálního tunelu.

## Neurologické vyšetření HKK

Neurologické vyšetření neprokázalo paretické ani spastické jevy. Držení HKK je fyziologické, bez poruchy trofiky a svalového tonu. Není přítomen tremor a pohyb je plynulý, bez svalových synkinéz. Reflexy oboustranně výbavné. Dominantní rukou je pravá ruka.

Zkoušky na postižení periferních nervů potvrdily poškození n. medianus bilaterálně. Není schopna provést korektně zkoušku kružitka, kde vážne opozice palce, taky se nedotkne palcem 5. a 4. prstu. U zkoušky lahve vážne udržení daného válcového předmětu v ruce proti gravitaci. Při zkoušce mlýnku je pohyb palců nekoordinovaný.

Zkouška poškrábání a zkouška vytvoření kroužku (OK sign) provedena nekorektně. Tinellův příznak se neobjevuje při poklepu na oblast karpálního tunelu, ale až v oblasti předloktí. Phalenův test a obrácený Phalenův test negativní. Při zkouškách na nervus ulnaris a nervus radialis nebyla nalezena žádná podstatná odchylka od normy.

## Vyšetření čítí

U vyšetření **exterocepce** jsem použila při vyšetření taktilního čítí štětíčku z neurologického kladívka. Snížená percepce byla zaznamenána na distálních člácích 3. a 4. prstu na levé ruce. Při rozlišování tupých a ostrých předmětů v area nervina n. medianus na levé ruce pacientka dosáhla skóre 6/10 správných odpovědí, na pravé ruce potom 5/10, což jednoznačně svědčí o hypstezii. Vyšetření grafestézie opět v zóně n. medianus u pacientky ukázalo pouze lehkou hypstezii s hodnotami 8/10 pro levou a 7/10 pro pravou ruku. Pacientka konstatuje, že rozpozná bezpečně teplou vodu od studené. Také při orientačním vyšetření termického čítí pomocí kovové (chladné) a gumové (teplé) části neurologického kladívka pacientka změny rozeznala. U vyšetření dvoubodové diskriminace nelze prokázat stranové rozdíly u obou HKK v zóně n. medianus. Tato zkouška by mohla být vzhledem k věku pacientky až nerelevantní.

**Propriocepce** či hluboké čítí jsem hodnotila pomocí testů statestézie a kinestézie. U statestézie jsem postupně nastavovala prsty jedné ruky do různých pozic a pacientka měla za úkol je nastavit stejně i na druhé ruce. Situaci měla ztíženou tím, že poruchu n. medianus má oboustranně. Pacientka zvládla až na pár drobných nedostatků zkopírovat nastavení jedné ruky a ukázat stejné nastavení na ruce druhé. Dvakrát přitom zaměnila na druhé ruce prsty (např. místo malíčku flektovala 4. prst).

Test kinestézie byl prováděn tím způsobem, že jsem se vlastními bříškami prstů dotýkala bříšek prstů vyšetřované osoby a velmi pomalým tlakem působila na jeden z prstů a pacientka měla tyto změny registrovat, což ji nedělalo problémy. Vyšetření vibračního cití jsem neprovedla z důvodu nevybavenosti kalibrovanou ladičkou v době vyšetření.

V rámci testování **stereognozie** jsem nabídla pacientce vždy jeden předmět, který měla bez zrakové kontroly identifikovat a určit z jakého materiálu je vyroben a jaký má povrch. Tato zkouška nečinila žádné potíže.

### **Návrh krátkodobého rehabilitačního plánu**

Pacientku čeká v rámci několika dní dekompresní operace karpálního tunelu. Zaměřila bych se na doporučení pro pacientku v rámci omezení prací na zahradě, aby nedošlo k další provokaci bolestí a parestezií. Současně by bylo vhodné pozvolné zvyšování svalové síly oslabených svalů ruky a předloktí, na což by pak pacientka mohla po operaci postupně navázat. Co se týče reedukace cití, tak bych zde doporučila na doma nádobu s luštěninami pro stimulaci taktilními stimuly a trénink rozlišování různých materiálů a látek pomocí prstů ruky. Dále je vhodné protahování flexorů i extenzorů zápěstí pomocí postizometrické relaxace (PIR) v rámci autoterapie po zaučení fyzioterapeutem.

### **Návrh dlouhodobého rehabilitačního plánu**

Po operaci karpálního tunelu na levé ruce bych se zaměřila na zvyšování svalové síly v oblasti ruky a předloktí v návaznosti na předoperační cvičení. Dále na ergonomii práce nejen na zahradě, ale také v domácnosti při běžných činnostech. Pokračovat nadále v tréninku senzitivity.

### 3.1.2 Kazuistika č. 2

#### Základní údaje

Věk: 43 let

Pohlaví: muž

Diagnóza: I639 Mozkový infarkt, NS (nespecifikovaný)

Pravák

#### Anamnéza

**NO:** Pacient byl nalezen ráno družkou poté, co spadl z postele a po probuzení jevil známky těžkého levostranného postižení. Hospitalizován 18. 4. 2020 a zjištěno CMP v povodí a. carotis interna a a. cerebri media vpravo s levostrannou akrální parézou. Byla provedena trombolýza. Od 27. 4. do 7. 5. 2020 přeložen na lůžkové rehabilitační oddělení. Poté léčba ambulantně.

**OA:** Relevantní je u pacienta hypertenze v anamnéze, která nebyla farmakologicky ani jinak kompenzována.

**PA:** Pacient pracuje jako zedník a pořadatel kulturních akcí pro děti.

**SA:** Bydlí s přítelkyní.

**FA:** V současnosti bere Stacil na vysoký krevní tlak a taky léky na ředění krve.

#### Aspekce

Levé rameno je výše, přítomno chabé držení hlavy. Patrný lehký otok levé HK akrálně. Levá HK držena v semipronaci s mírnou flexí v loketním kloubu.

#### Vyšetření spasticity

Spasticita odpovídá stupni 1 dle Modifikované Ashworthovy škály spasticity.

#### Vyšetření motorických funkcí a ADL

Opakované pohyby jsou pro pacienta velmi unavující. Flexe a abdukce levé horní končetiny je lehce omezená oproti pravé HK. Na LHK je zpomalená flexe a extenze prstů. Sebeobsluhu při osobní hygieně zvládá sám, při oblékání také, není schopen se najíst pomocí příboru (nůž při jídle vypadává z levé ruky). Stisk levé ruky je slabší oproti pravé ruce. Neprovede klíčový úchop, válcový úchop zvládá. Pacient si stěžuje na nepříjemné vjemy na levé ruce při lehkém dotyku (alodynie).



## **Neurologické vyšetření**

Pacient je orientovaný auto- i alopsychicky, mírně zpomalené psychomotorické tempo a patrná lehká dysartrie. Reflexy na HKK (C5-C8) i DKK (L2-L4) symetricky vybavitelné. Mingazzini lehký pokles LHK, Rusecký a Dufour pozitivní na LHK. Spastické jevy negativní. Na dolních končetinách jsou spastické jevy i paretické jevy negativní. Vyšetření hlavových nervů neprokázalo patologický nález. Rombergův stoj I zvládá bez obtíží, II s mírnými titubacemi a III s výraznými titubacemi. Stoj na PDK zvládá s titubacemi, na LDK zvládá jen na pár vteřin, výraznější titubace. Chůzi zvládá bez pomůcek s lehkou vnitřní rotací LDK, krok je zkrácen a odvíjení chodidla od podložky správné na PDK, ale na LDK vážne.

## **Vyšetření čítí**

### **Horní končetiny**

Taktilní čítí je porušeno v oblasti ruky LHK – anestezie. Hypestezie v oblasti celé LHK (6/10). Přítomna alodyníe na palmární části ruky. U pravé HK je taktilní čítí zachováno. Rozeznání ostrých a tupých předmětů narušeno opět na akru LHK (anestezie); celá paže PHK i LHK skóre 9/10. Taktilní diskriminace porušena na levé i pravé horní končetině – není schopen rozeznat jeden nebo dva předměty na kůži v daných rozmezích (popsaných v Kapitole 2.4.2). Pacient hodnotil zkoušku taktilní diskriminace jako velmi náročnou. Termické čítí na LHK i PHK 8/10, nebylo možno testovat na ruce LHK, zejména palmární části z důvodu anestezie taktilního čítí. Při vyšetření stereognozie není schopen rozpoznat předměty klíč, propisku a míček v levé ruce. V pravé ruce předměty rozpozná. Hranice poruch čítí není vymezena dermatomy ani areae nervinae. U vyšetření propiocepce – statestézie, se objevila porucha na levé ruce, kdy pacient nebyl schopen nastavit prsty pravé ruky do pozice, do které mu byly nastaveny prsty levé ruky. Zkouška kinestézie také prokázala poruchu propiocepce na akru LHK.

## **Dolní končetiny**

Hypestezie pro taktilní čítí pro celou levou dolní končetinu akrálně. Na pravé dolní končetině je taktilní čítí v normě (9/10). Rozeznání tupých a ostrých předmětů je v normě na obou DKK (8/10). Při vyšetření taktilní diskriminace nalezeno porušení na LDK akrálně a na PDK lehká porucha. Termické čítí v mezích normy na obou dolních končetinách (8/10). Propriocepce je zachována. Opět hranice poruch nesleduje dermatomy ani areae nervinae.

### **Návrh krátkodobého rehabilitačního plánu**

Pro pacienta je nyní důležitý nácvik jemné motoriky společně s tréninkem sensitivních funkcí, a to s častými pauzami a více opakování během dne. Trénink sensitivity je možné spojit s plněním úkolů jemné motoriky (například v míse s fazolemi vyhledat větší korálek a následně ho navléknout na drátek), nebo také jednoduchý trénink stereognozie, kdy pacientovi ukážeme skupinu předmětů, které pak bez zrakové kontroly má za úkol vytáhnout z krabice. S pacientem bych doporučila nácvik jak motorických, tak sensitivních funkcí levé ruky pomocí zrcadlové terapie. Také snížit otok LHK – pacient má indikovanou mírně hypotermní vířivou lázeň. Dále reedukovat stereotyp chůze a naučit pacienta správně odvíjet levé chodidlo od podložky.

### **Návrh dlouhodobého rehabilitačního plánu**

V další rehabilitaci se zaměřit na nácvik ADL, konkrétně při jídle s nožem či odemykání klíčem. Nadále trénovat sensitivní funkce a jemnou motoriku, podle aktuálního stavu senzitivity zařadit trénink taktilní diskriminace.

## 4 Diskuze

Znát vyšetření čítí a mít přehled o základních diagnózách, u kterých se vyskytují poruchy čítí je pro fyzioterapeuta velmi důležité. Ačkoliv bývá vyšetření čítí často opomíjeno, jeho poruchy mohou signalizovat i vážná onemocnění. Například u pacientů s diabetes mellitus může docházet ke ztrátě protektivního čítí, což je rizikový faktor pro vznik ulcerací. Obecně je syndrom diabetické nohy pod-diagnostikován a nebývá často odhalen (Milne et al., 2013). U pacientů s RS se mohou první příznaky projevovat mírně a nemusí dojít ke včasnému stanovení diagnózy (Havrdová, 2015), proto například až fyzioterapeut může vyslovit podezření na tuto diagnózu a pacienta odeslat k lékaři.

Metody pro vyšetření čítí se liší svou časovou náročností a potřebou specializovaného vybavení. Fyzioterapeut volí v rehabilitační praxi časově nenáročné, spíše kvalitativní vyšetření, které může kvantifikovat tím, že zaznamená počet správně určených vjemů z deseti opakování. Šest z deseti správných odpovědí většinou svědčí o poruše dané modalitě. Pomůcky, které se nejčastěji využívají v praxi jsou ostré konce a štětíčky u neurologického kladívka, popřípadě dvoubodový diskriminátor. Na vybavených pracovištích se potom používají semikvantitativní kalibrované nástroje, jako je například Thermopen. Náročnější kvantitativní vyšetření se rutinně v praxi nevyžívají, ani nejsou běžně dostupné.

V komplexní diagnostice například polyneuropatie se využívá základní diagnostiky pomocí kvalitativních metod a poté následuje podrobnější kvantitativní vyšetření pomocí metod laboratorních či QST. Kvantitativní sensorické testování má potenciál zejména v testování sensitivního deficitu u neuropatií, není ovšem vhodné k diferenciální diagnostice, jelikož prokáže abnormality i u ostatních diagnóz. QST je vhodné k průkazu efektu léčby, zejména tam, kde se objevuje alodynies a hyperalgezie (Cruccu et al., 2010). V České republice se vyšetřením a výzkumem v oblasti kvantitativního testování senzitivity zabývá pracoviště Neurologické kliniky LF MU v Brně.

Pro fyzioterapeuty mohou být přínosné testovací protokoly pro senzitivitu, jako je například protokol NSA či FMA z důvodu dobré dostupnosti testovacích pomůcek. Naopak například k TDT a FMT jsou potřeba speciální pomůcky, které nejsou běžně dostupné na všech pracovištích. U vlastního pacienta jsem však testovací protokol nepoužila z důvodu rychlé vyčerpatelnosti pacienta, proto jsem volila raději standardní vyšetření čítí.

Studie prokázaly, že pacienti po CMP se senzitivním a motorickým deficitem mají horší výsledky a sníženou participaci, než pacienti pouze s motorickým deficitem (Meyer et al., 2014; Turville et al., 2017; Carey, Matyas, & Baum, 2018). Čítí má přímou souvislost s mobilitou, nezávislosti v ADL a s procesem zotavování (Tyson et al., 2008). Trénink senzitivity přispívá také k obnovení motorických funkcí, zejména jemné motoriky (Umeki et al., 2019).

Programy zabývající se sensorickou reedukací kombinují techniky fyzioterapie a ergoterapie. Existuje mnoho prací, které podávají návod na reedukaci senzitivních funkcí. Meta-analýza zpracována autory Serrada, Hordacre, & Hillier (2019), která se zabývá efektivitou současných programů sensorické reedukace pacientů po CMP zjistila, že pasivní trénink sensitivity jako termální stimulace, komprese pneumatickou dlahou nebo stimulace periferních nervů, může mít pozitivní efekt na zlepšení somatosenzitivních a také motorických funkcí. Avšak zdůrazňují, že neexistuje dostatečné množství kvalitních studií, které dokumentují pozitivní vliv programů zaměřených na aktivní trénink čítí. Autoři systematického přehledu Doyle et al. (2010) zjistili, že kromě zmíněných intervencí může mít efekt i zrcadlová terapie, a to na detekci lehkého dotyku a tlaku. Z toho vyplývá, že zařazení tréninku somatosenzitivních funkcí může být v rehabilitaci přínosné.

Chia et al. (2019) hodnotili pomocí meta-analýzy efekt sensorické reedukace na senzitivitu a sekundárně vliv na rovnováhu a zlepšení chůze. Zlepšení lehkého dotyku a dvoubodové diskriminace bylo nejasné pro nejednotné výsledky studií. Byla zaznamenána efektivita v tréninku propiocepce. Intervence mají vliv na zlepšení rovnováhy, ale nesouvisí nijak se zlepšením parametrů chůze.

Autoři se shodují, že reedukace sensitivních funkcí je stěžejní v rehabilitaci po replantacích (Dellon, 1986; Shieh et al., 1995; Barbary et al., 2013; Tudosie et al., 2011). Její důležitost je prokázána také po lézích periferních nervů (Lundborg & Rosén, 2003), ale jsou zde nutné další studie, zabývající se efektivitou programů pro reedukaci sensitivních funkcí (Miller et al., 2012). U syndromu karpálního tunelu řešeného operačně dekompresí nedochází ke zlepšení taktilní diskriminace tréninkem senzitivních funkcí (Jerosh-Herold et al., 2016).

Jak již bylo uvedeno, k symptomatickému ovlivnění senzitivity u polyneuropatií různé etiologie využíváme ve fyzioterapii kombinaci několika metod. Dle dostupných studií má největší efekt na zlepšení zánikových a iritačních příznaků zejména fyzikální terapie. Zahraniční literatura zmiňuje účinnost monochromatického infračerveného záření na zlepšení protektivního čítí u pacientů s DN, což v konečném důsledku má vliv na snížení rizika ulcerací (a amputací) u těchto pacientů (Leonard, Farooqi, & Myers, 2004; Harkless et al., 2006; DeLellis, Carnegie, & Burke, 2005). Na druhou stranu systematický přehled autorů Robinson et al. (2017) shrnuje, že efekt MIRE je spojen pouze s krátkodobým zlepšením plantární citlivosti a pravděpodobně nemá vliv na neuropatickou bolest. Kvalita důkazů je však nízká, proto je potřeba dalších studií.

Efekt hydroterapie na ovlivnění čítí je v publikacích popisován, ovšem nebyly provedeny dostatečně kvalitní studie, které by pozitivní efekt jednoznačně potvrzovaly. Z procedur velké vodoléčby lze využít k aktivaci povrchových kožních receptorů například vířivou lázeň, která může být buďto částečná nebo celková. Teplota je volena na základě indikace. Taktilní dráždění a působení teploty má vliv na zlepšení cirkulace lymfy a podporu prokrvení tkání. Pro facilitační účinek působící na exteroceptory lze tuto proceduru využít například u periferních paréz. Perličková lázeň má svou indikační oblast v případech zvýšené dráždivosti a neurologických onemocnění a má sedativní účinek. Z přísadových koupelí jsou využívány radonové koupele u poruch citlivosti u pacientů s neuropatickou komplikací diabetu. Celkově má tato lázeň účinek protizánětlivý, analgetický, antiedematózní a stimulační (Příhoda, 2019; Maršík, 2019).

Pacientka se syndromem karpálního tunelu v Kazuistice č. 1 vykazovala při aspekcii i vyšetření typické známky poškození n. medianus oboustranně. Nebyl však přítomen Tinelův příznak při poklepu na oblast karpálního tunelu, ale až proximálně na předloktí. Ani Phalenův test a obrácený Phalenův test nebyl pozitivní. V popředí bylo u pacientky oslabení svalové síly a senzitivní poškození v oblasti area nervina n. medianus, z čehož byly subjektivně pro pacientku nejvíc obtěžující noční parestzie až algoparestzie. V době vyšetření na rehabilitaci nedocházela ani nebyla zaučena pro domácí cvičení. Alespoň základní režimová opatření by však pacientka měla dodržovat, společně s pozvolným zvyšováním svalové síly a tréninkem sensitivity. Současně by měla pacientka uvolňovat flexory i extenzory zápěstí pomocí techniky PIR, což by mohla využít i jako autoterapii po zaučení fyzioterapeutem.

Cílem u Kazuistiky č. 2 bylo mimo jiné také detailně vyšetřit poruchy čítí. Ty se vyskytovaly na levé polovině těla při pravostranném mozkovém infarktu, což odpovídá klasickému klinickému obrazu. Neobvyklé zjištění bylo pro mě to, že porucha taktilní diskriminace se vyskytovala i na pravé horní končetině, a to při neporušeném taktilním čítí v této oblasti. Přestože u tohoto pacienta dominovaly poruchy čítí, které byly nejvíce omezujícím faktorem při provádění ADL, nebylo u něj čítí dříve podrobněji vyšetřeno. Zde by tedy terapie měla být zaměřena na znovuoobnovení čítí a jemné motoriky, což bude záležet kromě intervence také na plasticitě mozku.

Metody k úpravě poruch čítí navrhl již mnoho autorů, ovšem dosud není žádná spolehlivě účinná technika, která by fungovala u konkrétní diagnózy. Z vlastní zkušenosti jsem se setkala s pacienty, u kterých bylo často větším problémem upravit poruchy čítí než poruchy motoriky. Domnívám se, že je to dáno tím, že neexistuje mnoho kvalitních studií, které by se zabývaly sensorickou reedukací a nejspíše i v málo prováděném detailním vyšetření čítí. Také individualita pacienta a rozsah poškození v CNS nebo PNS mají vliv na výsledek rehabilitace senzitivních funkcí.

## 5 Závěr

Čítí představuje pro člověka aferentní vstup, který informuje o našem bezprostředním okolí (exterocepce) nebo o pohybu či poloze vlastního těla (propriocepce). Jeho význam spočívá v ochraně před mechanickým, chemickým či tepelným poškozením. Poskytuje také zpětnou vazbu pro úchop a má nezastupitelnou účast na jemné motorice. Vjemy z chodidla také napomáhají správné rovnováze. Poruchy čítí mohou signalizovat vážná onemocnění a omezují jedince v provádění běžných ADL. Vyšetření čítí bývá často opomíjeno a tyto poruchy tak mohou unikat pozornosti, což může vést ke snížení efektivity rehabilitace. Nejčastěji se u onemocnění centrálního nervového systému setkáváme s poruchami čítí u cévní mozkové příhody, kde se senzitivní deficit vyskytuje typicky kontralaterálně, ale i ipsilaterálně k místu léze. U poruch čítí periferního nervového systému je nejčastější diagnózou polyneuropatie – typicky diabetické etiologie.

Reedukace senzitivních funkcí není dosud podrobně vědecky podložena a nedá se s jistotou určit preference některé z metod u konkrétní diagnózy. Existují však jednotlivé studie popisované výše, které po zařazení intervencí senzitivní reedukace dosáhly oproti kontrolní skupině signifikantního zlepšení některých modalit čítí. Fyzioterapeut by měl vybrat vhodné metody vyšetření a podle indikace také zvolit trénink senzitivity, který by měl probíhat ideálně současně s tréninkem ADL nebo jemné motoriky.

## **6 Souhrn**

Práce obsahuje problematiku vyšetření, testování cití a metody fyzioterapie a rehabilitace pro zlepšení senzitivity. Bakalářská práce vychází z české i zahraniční literatury. Součástí je popis nejčastějších diagnóz u onemocnění centrálního a periferního nervového systému u kterých se vyskytují poruchy cití. Na dvou kazuistikách je rozvedeno podrobné vyšetření cití fyzioterapeutem u cévní mozkové příhody a u syndromu karpálního tunelu. Tato práce měla za cíl také informovat o potřebě provádět neurologické vyšetření cití v klinické praxi fyzioterapeutů.



## **7 Summary**

The thesis sets out the issues of examination, sensory testing, and physiotherapy and rehabilitation methods to improve sensory perception. The bachelor thesis draws on Czech and foreign literature, and includes a description of the most common diagnoses for central and peripheral nervous system diseases in which sensory disorders occur. A detailed examination of sensory perception by a physiotherapist in stroke and carpal tunnel syndrome is explained in two case studies. This thesis also aims highlight the need to perform neurological sensory examinations in the clinical practice of physiotherapists.

## 8 Referenční seznam

- Ambler, Z. (2011). *Základy neurologie* (7. vydání). Praha: Galén.
- Backonja, M., Attal, N., Baron, R., Bouhassira, D., Drangholt, M., Dyck, P. J., et al. (2013). Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. *Pain*, *154*(1), 1807-1819.  
<https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.05.047>
- Baehr, M., & Frotscher, M. (2005). *Duus' Topical Diagnosis in Neurology* (4. ed.). Stuttgart: Thieme.
- Bannister, L. C., Crewther, S. G., Gavrilesco, M., & Carey, L. M. (2015). Improvement in Touch Sensation after Stroke is Associated with Resting Functional Connectivity Changes. *Frontiers In Neurology*, *6*(165).  
<https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00165>
- Barbary, S., Dap, F., & Dautel, G. (2013). Finger replantation: Surgical technique and indications. *Chirurgie De La Main*, *32*(6), 363-372.  
<https://doi.org/10.1016/j.main.2013.04.012>
- Bednařík, J., Ambler, Z., & Růžička, E. (2010). *Klinická neurologie: část speciální II*. Praha: Triton.
- Bednaříková, M., & Kužílková, V. (2018). Úloha fyzioterapie v prevenci a léčbě komplikací diabetické polyneuropatie. *Neurologie Pro Praxi*, *19*(5), 370–374.
- Beiske, A. G., Pedersen, E. D., Czujko, B., & Myhr, K. -M. (2004). Pain and sensory complaints in multiple sclerosis. *European Journal Of Neurology*, *11*(7), 479-482. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2004.00815.x>
- Berlit, P. (2007). *Memorix neurologie* (4. ed.). Praha: Grada.
- Buršová, Š., Vlčková, E., Hnojčíková, M., Němec, M., Dubový, P., Mičánková, B., et al. (2012b). Vyšetření hustoty intraepidermálních nervových vláken z kožní biopsie – normativní data. *Česká A Slovenská Neurologie A Neurochirurgie*, *75/108*(4), 445-459.

- Buršová, Š., Vlčková, E., Hnojčíková, M., Němec, M., Mičánková, B., Adamová, M., & Bednařík, J. (2012a). Přístrojově asistované kvantitativní testování senzitivity – normativní data. *Česká A Slovenská Neurologie A Neurochirurgie*, *75/108*(4), 444-453.
- Carey, L. M. (1995). Somatosensory loss after stroke. In *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*, *7*, 51–91.  
<https://doi.org/10.1615/CritRevPhysRehabilMed.v7.i1.40>.
- Carey, L. M., Matyas, T. A., & Baum, C. (2018). Effects of Somatosensory Impairment on Participation After Stroke. *American Journal Of Occupational Therapy*, *72*(3). <https://doi.org/10.5014/ajot.2018.025114>
- Carey, L. M., Matyas, T. A., & Oke, L. E. (1993). Sensory Loss in Stroke Patients: Effective Training of Tactile and Proprioceptive Discrimination. *Arch Phys Med Rehabil*, *74*, <https://doi.org/602-611>. 10.1016/0003-9993(93)90158-7
- Carey, L. M., Matyas, T. A., and Baum, C. (2018). Effects of somatosensory impairment on participation after stroke. *Amer. J. Occupat. Therapy* *72*, 1–10.  
<https://doi.org/10.5014/ajot.2018.025114>
- Carey, L. M., Oke, L. E., & Matyas, T. A. (1997). Impaired Touch Discrimination After Stroke: A Quantitative Test. *Journal Of Neurological Rehabilitation*, (11), 219-232. <https://doi.org/10.1177/154596839701100404>
- Carlsson, H., Rosén, B., Pessah-Rasmussen, H., Björkman, A., & Brogårdh, C. (2018). SENSory re-learning of the UPPER limb after stroke (SENSUPP): study protocol for a pilot randomized controlled trial. *Trials*, *19*(1), 229.  
<https://doi.org/10.1186/s13063-018-2628-1>
- Citaker, S., Gunduz, A. G., Guclu, M. B., Nazliel, B., Irkec, C., & Kaya, D. (2011). Relationship between foot sensation and standing balance in patients with multiple sclerosis. *Gait & Posture*, *34*(2), 275-278.  
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.05.015>
- Connell, L. A., Lincoln, N. B., & Radford, K. A. (2008). Somatosensory impairment after stroke: frequency of different deficits and their recovery. *Clinical Rehabilitation*, *22*, 758–767. <https://doi.org/10.1177/0269215508090674>

- Cruccu, G., Sommer, C., Anandd, P., Attala, N., Baronf, R., Garcia-Larreaa, L., et al. (2010). EFNS guidelines on neuropathic pain assessment: revised 2009. *European Journal Of Neurology*, 17, 1010-1018.  
<https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2010.02969.x>
- Dannenbaum, R. M., Michaelsen, S., Desrosiers, J., & Levin, M. F. (2002). Development and validation of two new sensory tests of the hand for patients with stroke. *Clinical Rehabilitation*, 16(6), 630-639.  
<https://doi.org/10.1191/0269215502cr532oa>
- DeLellis, S. L., Carnegie, D. H., & Burke, T. J. (2005). Improved Sensitivity in Patients with Peripheral Neuropathy. *Journal Of The American Podiatric Medical Association*, 95(2), 143-147. <https://doi.org/10.7547/0950143>
- Dellon, A. (1986). Sensory Recovery in Replanted Digits and Transplanted Toes: A Review. *Journal Of Reconstructive Microsurgery*, 2(02), 123-129.  
<https://doi.org/10.1055/s-2007-1007013>
- Diaz, E., & Morales, H. (2016). Spinal Cord Anatomy and Clinical Syndromes. *Seminars In Ultrasound, Ct And Mri*, 37, 360-371.  
<https://doi.org/10.1053/j.sult.2016.05.002>
- Dogru Huzmeli, E., & Duman, T. (2020). Somatosensory impairments in patients with multiple sclerosis: association with dynamic postural control and upper extremity motor function, 37(2), 117-124.  
<https://doi.org/10.1080/08990220.2020.1753685>
- Doyle, S., Bennett, S., Fasoli, S. E., & McKenna, K. T. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database Of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006331.pub2>
- Druga, R., Grim, M., & Dubový, P. (c2011). *Anatomie centrálního nervového systému*. Praha: Galén.
- Fugl-Meyer, A. R., Jaasko, L., Leyman, I., Olsson, S., & Steglind, S. (1975). The Post-Stroke Hemiplegic patient. *Scandinavian Journal Of Rehabilitation Medicine*, 7, 13-31.

- Galperina, E. I., Zaitseva, L. G., & Tsitseroshin, M. N. (2010). The Ontogeny of the Neurophysiological Mechanisms of Stereognosis: An EEG Study. [Online]. *Human Physiology*, 36(1), 18-31. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1134%2FS0362119710010020?LI=true#page-1>
- Harkless, L. B., DeLellis, S., Carnegie, D. H., & Burke, T. J. (2006). Improved foot sensitivity and pain reduction in patients with peripheral neuropathy after treatment with monochromatic infrared photo energy—MIRE. *Journal Of Diabetes And Its Complications*, 20(2), 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2005.06.002>
- Havrdová, E. (2015). *Roztroušená skleróza v praxi*. Praha: Galén.
- Hermachová, H. (2001). O kožním vnímání, jeho změnách a ovlivnění. *Rehabilitace A Fyzikální Lékařství*, 8(4), 182-184.
- Chanubol, R., Wongphaet, P., Chavanich, N., Werner, C., Hesse, S., Bardeleben, A., et al. (2012). A randomized controlled trial of Cognitive Sensory Motor Training Therapy on the recovery of arm function in acute stroke patients. *Clin. Rehabil.* 26, 1096–1104. <https://doi.org/10.1177/0269215512444631>
- Chen, J. -C., Liang, C. -C., & Shaw, F. -Z. (2005). Facilitation of Sensory and Motor Recovery by Thermal Intervention for the Hemiplegic Upper Limb in Acute Stroke Patients. *Stroke*, 36(12), 2665-2669. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000189992.06654.ab>
- Chia, F. S. F., Kuys, S., & Low Choy, N. (2019). Sensory retraining of the leg after stroke: systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 33(6), 964-979. <https://doi.org/10.1177/0269215519836461>
- Jamali, A., Sadeghi-Demneh, E., Fereshtenajad, N., & Hillier, S. (2017). Somatosensory impairment and its association with balance limitation in people with multiple sclerosis. *Gait & Posture*, 57, 224-229. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.020>

- Jerosch-Herold, C., Houghton, J., Miller, L., & Shepstone, L. (2016). Does sensory relearning improve tactile function after carpal tunnel decompression? A pragmatic, assessor-blinded, randomized clinical trial. *Journal Of Hand Surgery (European Volume)*, *41*(9), 948-956.  
<https://doi.org/10.1177/1753193416657760>
- Jerosch-Herold, C., Shepstone, L., & Miller, L. (2012). Sensory relearning after surgical treatment for carpal tunnel syndrome: A pilot clinical trial. *Muscle & Nerve*, *46*(6), 879-884. <https://doi.org/10.1002/mus.23421>
- Kalron, A., Greenberg-Abrahami, M., Gelav, S., Achiron, A., & Wood, R. L. (2013). Effects of a new sensory re-education training tool on hand sensibility and manual dexterity in people with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation*, *32*(4), 943-948. <https://doi.org/10.3233/NRE-130917>
- Kaňovský, P., & Herzig, R. (2007). *Speciální neurologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kasík, J. (2002). *Verteobrogenní kořenové syndromy: diagnostika a léčba*. Praha: Grada.
- Keegan, J. J., & Garrett, F. D. (1948). The Segmental Distribution Of The Cutaneous Nerves In The Limbs Of Man. *The Anatomical Record*, *102*(4), 409-437.
- Klusoňová, E. (2011). *Ergoterapie v praxi*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Krivošíková, M. (2011). *Úvod do ergoterapie*. Praha: Grada.
- Lacigová, S., Rušavý, Z., Jirkovská, A., & Škrha, J. (2016). Doporučený postup diagnostiky a léčby diabetické neuropatie. *Diabetologie, Metabolismus, Endokrinologie, Výživa*, *19*(2), 57-63.
- Lee, M. W. L., McPhee, R. W., & Stringer, M. D. (2008). An Evidence-Based Approach to Human Dermatomes. *Clinical Anatomy*, *21*, 363-373.  
<https://doi.org/10.1002/ca.20636>

- Leonard, D. R., Farooqi, M. H., & Myers, S. (2004). Restoration of Sensation, Reduced Pain, and Improved Balance in Subjects With Diabetic Peripheral Neuropathy: A double-blind, randomized, placebo-controlled study with monochromatic near-infrared treatment. *Diabetes Care*, *27*(1), 168-172.  
<https://doi.org/10.2337/diacare.27.1.168>
- Lepäntalo, M., Apelqvist, J., Setacci, C., Ricco, J. -B., de Donato, G., Becker, F., Robert-Ebadi, H., Cao, P., Eckstein, H. H., De Rango, P., Diehm, N., Schmidli, J., Teraa, M., Moll, F. L., Dick, F., & Davies, A. H. (2011). Chapter V: Diabetic Foot. *European Journal Of Vascular And Endovascular Surgery*, *42*(2), S60-S74. [https://doi.org/10.1016/S1078-5884\(11\)60012-9](https://doi.org/10.1016/S1078-5884(11)60012-9)
- Lewit, K. (2015). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně* (5. ed.). Praha: Sdělovací technika.
- Lincoln, N. B., Jackson, J. M., & Adams, S. A. (1998). Reliability and Revision of the Nottingham Sensory Assessment for Stroke Patients. *Physiotherapy*, *84*(8), 358-365. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61454-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61454-X)
- Løseth, S., Lindal, S., Stalberg, E., & Mellgren, S. I. (2006). Intraepidermal nerve fibre density, quantitative sensory testing and nerve conduction studies in a patient material with symptoms and signs of sensory polyneuropathy. *European Journal Of Neurology*, *13*, 105-111. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2006.01232.x>
- Lundborg, G., & Rosén, B. (2003). Enhanced sensory recovery after median nerve repair: effects of early postoperative artificial sensibility using the sensor glove system. *Journal Of Hand Surgery [Am]*, *28*, 38-39.  
[https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(03\)80370-2](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(03)80370-2)
- Lundborg, G., & Rosén, B. (2007). Hand function after nerve repair. *Acta Physiologica*, *189*, 207-217. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2006.01653.x>
- Magerl, W., Krumova, E. K., Baron, R., Tölle, T., & Maier, C. (2010). Reference data for quantitative sensory testing (QST): Refined stratification for age and a novel method for statistical comparison of group data. *Pain*, *151*, 598-605.  
<https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.07.026>

- Macháčková, K. (2011). Změny somatosenzorických funkcí horní končetiny pacientů po ischemické cévní mozkové příhodě v průběhu léčebné rehabilitace [Disertační práce]. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Macháčková, K., Vyskotová, J., & Opavský, J. (2016). Recovery of somatosensory and motor functions of the paretic upper limb in patients after stroke: Comparison of two therapeutic approaches. *Acta Gymnica*, 46(1), 37-43.  
<https://doi.org/10.5507/ag.2015.026>
- Macháčková, K., Vyskotová, J., Opavský, J., & Sochorová, H. (2007). Diagnostika poruch senzomotorických funkcí ruky pacientů po ischemické cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace A Fyzikální Lékařství*, 14(3), 114–121.
- Maňák, P. (2008). *Čtení (nejen) o ruce*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Maršík, J. (2019). Radioterapie. In *Fyzikální léčebné metody pro praxi* (pp. 167-174). Praha: Grada Publishing.
- McAnany, S. J., Rhee, J. M., Baird, E. O., Shi, W., Konopka, J., Neustein, T. M., & Arceo, R. (2019). Observed patterns of cervical radiculopathy: how often do they differ from a standard, “Netter diagram” distribution? *The Spine Journal*, 19(7), 1137-1142. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2018.08.002>
- Melzack, R., & Wall, P. D. (1965). Pain Mechanism: A New Theory. *Science*, 150(3699), 971-979.
- Meyer, S., Karttunen, A. H., Thijs, V., Feys, H., & Verheyden, G. (2014). How Do Somatosensory Deficits in the Arm and Hand Relate to Upper Limb Impairment, Activity, and Participation Problems After Stroke? A Systematic Review. *Physical Therapy*, 94(9), 1220-1231.  
<https://doi.org/10.2522/ptj.20130271>
- Miller, L. K., Chester, R., & Jerosch-Herold, C. (2012). Effects of Sensory Reeducation Programs on Functional Hand Sensibility after Median and Ulnar Repair: A Systematic Review. *Journal Of Hand Therapy*, 25(3), 297-307.  
<https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.04.001>



- Mücke, M., Cuhls, H., Radbruch, L., Baron, R., Maier, C., Tölle, T., et al. (2016). Quantitative sensory testing (QST). *Der Schmerz*, 28, 635-648. <https://doi.org/10.1007/s00482-015-0093-2>
- Nevšimalová, S., Růžička, E., & Tichý, J. (2002). *Neurologie*. Praha: Galén.
- Newton, S. C., & Marshall, S. (2019). Effects of anodyne treatment on local blood flow and cutaneous sensation of the foot in a patient with peripheral neuropathy secondary to acromegaly. *Physiotherapy Theory And Practice*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1639233>
- Opavský, J. (2003). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Orient, J. M. (2012). *Sapira's Art and Science of Bedside Diagnosis* (4. ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Paisley, A. N., Abbott, C. A., van Schie, C. H. M., & Boulton, A. J. M. (2002). A comparison of the Neuropen against standard quantitative sensory-threshold measures for assessing peripheral nerve function. *Diabetic Medicine*, 19, 400-405. <https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.2002.00706.x>
- Parsons, S. L., Mansfield, A., Inness, E. L., & Patterson, K. K. (2016). The relationship of plantar cutaneous sensation and standing balance post-stroke. *Topics In Stroke Rehabilitation*, 23(5), 326-332. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1162396>
- Pavlů, D. (2002). *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody I.: koncepty a metody spočívající převážně na neurofyziologické bázi*. (2.nd ed.). Brno: CERM.
- Peltier, A., Goutman, S. A., & Callaghan, B. C. (2014). Painful diabetic neuropathy. *Bmj*, 348(1), g1799-g1799. <https://doi.org/10.1136/bmj.g1799>
- Petrovický, P. (2008). *Klinická neuroanatomie CNS s aplikovanou neurologií a neurochirurgií*. Praha: Triton.

- Pfau, B., Krumova, E., Treede, R. -D., Baron, R., Birklein, F., et al. (2014). Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Reference data for the trunk and application in patients with chronic postherpetic neuralgia. *Pain*, 155(5), <https://doi.org/10.1016/j.pain.2014.02.004>
- Pfeiffer, J. (2007). *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. Grada.
- Poděbradský, J., & Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie: Manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing.
- Prsic, A., & Friedrich, J. B. (2019). Postoperative Management and Rehabilitation of the Replanted or Revascularized Digit. *Hand Clinics*, 35(2), 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2019.01.003>
- Příhoda, A. (2019). Hydroterapie. In *Fyzikální léčebné metody pro praxi* (pp. 147-149). Praha: Grada Publishing.
- Raputová, J., Vlčková, E., Kočica, J., Skutil, T., Rajdová, A., Kec, D., & Bednařík, J. (2019). Evokované potenciály vyvolané kontaktním teplem – vliv fyziologických proměnných. *Česká A Slovenská Neurologie A Neurochirurgie*, 82/115(1), 76-83. <https://doi.org/10.14735/amcsnn201976>
- Robinson, C. C., Klahr, P. D. S., Stein, C., Falavigna, M., Sbruzzi, G., & Plentz, R. D. M. (2017). Effects of monochromatic infrared phototherapy in patients with diabetic peripheral neuropathy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Brazilian Journal Of Physical Therapy*, 21(4), 233-243. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.05.008>
- Robinson, L. R. (2000). Traumatic Injury To Peripheral Nerves. *Muscle & Nerve*, 23, 863–873. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4598\(200006\)23:6<863::AID-MUS4>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4598(200006)23:6<863::AID-MUS4>3.0.CO;2-0)
- Rokyta, R. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.

- Rolke, R., Baron, R., Maier, C., Tölle, T. R., Treede, R. D., Beyer, et al. (2006). Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. *Pain*, *123*, 231-243. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.01.041>
- Rosén, B., & Lundborg, G. (1998). A New Tactile Gnosis Instrument in Sensibility Testing. *Journal Of Hand Therapy*, *11*, 251-257. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(98\)80020-3](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(98)80020-3)
- Rosén, B., & Lundborg, G. (2007). Enhanced sensory recovery after median nerve repair using cortical audio–tactile interaction. A randomised multicentre study. *The Journal Of Hand Surgery*, *32E*(1), 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2006.08.019>
- Rosén, B., Björkman, A., & Lundborg, G. (2005). Improved Sensory Relearning after nerve Repair Induced by Selective Temporary Anaesthesia – A New Concept in Hand Rehabilitation. *Journal Of Hand Surgery [Eu]*, *31*(2), 126-132. <https://doi.org/10.1016/J.JHSB.2005.10.017>
- Rosyid, F. N. (2017). Etiology, pathophysiology, diagnosis and management of diabetics' foot ulcer. *International Journal Of Research In Medical Sciences*, *5*(10), 4206-4213. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20174548>
- Seidl, Z. (2015). *Neurologie pro studium i praxi* (2.nd ed.). Praha: Grada.
- Shieh, S. -J., Chiu, H. -Y., Lee, J. -W., & Hsu, H. -Y. (1995). Evaluation of the effectiveness of sensory reeducation following digital replantation and revascularization. *Microsurgery*, *16*(8), 578-582. <https://doi.org/10.1002/micr.1920160813>
- Schaper, N. C., Netten, J. J., Apelqvist, J., Bus, S. A., Hinchliffe, R. J., & Lipsky, B. A. (2020). Practical Guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease (IWGDF 2019 update). *Diabetes/Metabolism Research And Reviews*, *36*(S1). <https://doi.org/10.1002/dmrr.3266>

- Smania, N., Montagnana, B., Faccioli, S., Fiaschi, A., & Aglioti, S. M. (2003). Rehabilitation of Somatic Sensation and Related Deficit of Motor Control in Patients With Pure Sensory Stroke. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 84(11), 1692-1702. [https://doi.org/10.1053/S0003-9993\(03\)00277-6](https://doi.org/10.1053/S0003-9993(03)00277-6)
- Smrčka, M., Vybíhal, V., & Němec, M. (2007). Syndrom karpálního tunelu. *Neurologie Pro Praxi*, 8(4), 243–246.
- Sommer, C., Geber, C., Young, P., Forst, R., Birklein, F., & Schoser, B. (2018). Polyneuropathies. *Deutsches Aerzteblatt Online*, 115(6), 83–90. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0083>
- Švestková, O., & Svěcená, K. (2013). *Ergoterapie: skripta pro studenty bakalářského oboru Ergoterapie na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy*. Praha: Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta.
- Tudosie, A., Popescu, S., Cinteza, D., Romanescu, S., Popa, R., Sandu, A., Romila, A., Tiniuc, A. M., & Florea, R. (2011). Rehabilitation in a patient with replantation of amputated distal leg. *Maedica*, 6(1), 36–44.
- Turville, M., Carey, L. M., Matyas, T. A., & Blennerhassett, J. (2017). Change in Functional Arm Use Is Associated With Somatosensory Skills After Sensory Retraining Poststroke. *American Journal Of Occupational Therapy*, 71(3). <https://doi.org/10.5014/ajot.2017.024950>
- Tyson, S. F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A. B., & Tallis, R. C. (2008). Sensory Loss in Hospital-Admitted People With Stroke: Characteristics, Associated Factors, and Relationship With Function. *Neurorehabilitation And Neural Repair*, 22(2), 166-172. <https://doi.org/10.1177/1545968307305523>
- Umeki, N., Murata, J., & Higashijima, M. (2019). Effects of Training for Finger Perception on Functional Recovery of Hemiplegic Upper Limbs in Acute Stroke Patients. *Occupational Therapy International*, 2019, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2019/6508261>

- Valeriani, M., Pazzaglia, C., Cruccu, G., & Truini, A. (2012). Clinical usefulness of laser evoked potentials. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 42(5), 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2012.05.002>
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2.nd ed.). Praha: Triton.
- Villepinte, C., Catella, E., Martin, M., Hidalgo, S., Techene, S., Lebely, C., et al. (2019). Validation of French upper limb Erasmus modified Nottingham Sensory Assessment in stroke. *Annals Of Physical And Rehabilitation Medicine*, 62, 35-42. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.03.004>
- Viswanathan, V., Seena, R., Snehalatha, C., & Ramachandran, A. (2002). Early recognition of diabetic neuropathy: evaluation of a simple outpatient procedure using thermal perception. *Postgraduate Medicine*, 78, 541-542.
- Vlčková, E., & Šrotová, I. (2014). Vyšetření sensitivity. *Česká A Slovenská Neurologie A Neurochirurgie*, 77/110(4), 402-418.
- Vyskotová, J., & Macháčková, K. (2013). *Jemná motorika*. Praha: Grada Publishing.
- Winward, C. E., Halligan, P. W., & Wade, D. T. (2007). Somatosensory recovery: A longitudinal study of the first 6 months after unilateral stroke. *Disability And Rehabilitation*, 29(4), 293-299. <https://doi.org/10.1080/09638280600756489>
- Wu, C. -Y., Huang, P. -C., Chen, Y. -T., Lin, K. -C., & Yang, H. -W. (2013). Effects of Mirror Therapy on Motor and Sensory Recovery in Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 94(6), 1023-1030. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.02.007>
- Yarnitsky, D. (1997). Quantitative sensory testing. *Muscle & Nerve*, 20, 198-204.
- Yekutiel, M., & Guttman, E. (1993). A controlled trial of the retraining of the sensory function of the hand in stroke patients. *Journal Of Neurology, Neurosurgery, And Psychiatry*, 56(3), 241-244. <https://doi.org/10.1136/jnnp.56.3.241>

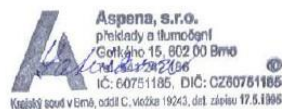
Vážení,

tímto potvrzujeme, že společnost Aspenu, s.r.o., Gorkého 15, 602 00 Brno, IČO: 607 511 85, vyhotovila v měsíci červenci 2020 překlad 1 dokumentu anglického textu přeloženého z českého originálu v rozsahu 1 NS. Předmětem překladu byl abstrakt a souhrn závěrečné práce. Potvrzujeme, že překlad byl vyhotoven pro Terezu Konderlovou.

To whom it may concern,

We hereby confirm that the Aspenu, s.r.o. company, having its registered address at Gorkého 15, Brno, Postal Code 602 00, Company registration number 607 511 85, elaborated a translation of 1 document of English translation which was made from Czech original on 1 standard page. The subject of the translation is an abstract and summary of thesis. We hereby confirm that the translation was elaborated on behalf of Tereza Konderlová.

V Brně dne 8. 7. 2020 / In Brno, dated 8<sup>th</sup> July 2020



Eva Satůrková  
Projektová manažerka/ Project manager