

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



Objektivizace operační léčby syndromu karpálního tunelu

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Agnieszka Kaczmarská, Ph.D.

Vypracovala:

Marie Dvořáková

Praha, duben 2011

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Mgr. Agnieszce Kaczmaršké, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za rady, připomínky a poskytnutí znalostí a zkušeností do mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat FNKV za umožnění provést výzkum k mé diplomové práci na oddělení plastické chirurgie. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala Mgr. Pavlíně Doubravské, která mi pomáhala a radila při provádění výzkumu ve FNKV.

Abstrakt

Název: Objektivizace operační léčby syndromu karpálního tunelu

Cíle: Hlavním cílem této práce je zhodnocení efektivnosti operační léčby syndromu karpálního tunelu.

Metody: V práci byl použit dvoubodový diskriminační test, kterým se hodnotila taktilní citlivost ruky se syndromem karpálního tunelu. Hodnotila se změna diskriminačního čítí po operaci syndromu karpálního tunelu. Výsledky testování byly hodnoceny pomocí statistického programu SigmaPlot 9.01 se SigmaStat 3.1 integration.

Výsledky: Výzkumem bylo zjištěno, že operačním řešením syndromu karpálního tunelu se dvoubodová diskriminace v oblasti inervované *n. medianus* zlepší, tedy že dojde ke zlepšení taktilní citlivosti ruky, která je syndromem karpálního tunelu porušena. Vliv fyzioterapie na zlepšení diskriminačního čítí po operaci nebyl prokázán. Přesto má fyzioterapie po operaci karpálního tunelu význam.

Klíčová slova: syndrom karpálního tunelu, diskriminační čítí, dvoubodový diskriminační test

Abstract

Title: Objectification of surgical treatment of carpal tunnel syndrome

Objectives: The main aim of this work is to evaluate the effectiveness of surgical treatment of carpal tunnel syndrome.

Methods: In this work was used a two-point discrimination test, that evaluated tactile sensory of the hand with carpal tunnel syndrome. It evaluated the change of discriminatory sensation after surgical treatment of carpal tunnel syndrome. The results of testing were evaluated by using the SigmaPlot statistic program SigmaStat 9.01 to 3.1 integration.

Results: Research found that two-point discrimination in region of median nerve innervated is improved by surgical treatment of carpal tunnel syndrome, it improves the tactile sensory of the hand, which is impaired by carpal tunnel syndrome. Effect of physiotherapy on improvement of the discriminatory sensation after surgery was not demonstrated. However, the physiotherapy after surgical treatment of carpal tunnel syndrom is important.

Keywords: carpal tunnel syndrome, sensory discrimination, a two-point discrimination test

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÉ VÝCHODISKO	12
2.1	Anatomie ruky.....	12
2.2	Topografie karpální oblasti	12
2.2.1	Kostra zápěstí.....	12
2.2.2	Kloubní spojení v zápěstí.....	12
2.2.3	Karpální tunel	13
2.2.3.1	Povrchová vrstva karpální oblasti	14
2.2.3.2	Hluboká vrstva karpální oblasti	15
2.2.4	Lig. carpi transversum	15
2.2.5	Nervus medianus - jeho průběh karpálním tunelem	16
2.2.6	Krevní zásobení dlaně a zápěstí.....	18
2.2.6.1	Arteriální systém	18
2.2.6.2	Venózní systém	19
2.2.7	Nervová inervace ruky a zápěstí.....	19
2.3	Funkce ruky jako celku	21
2.4	Úžinové syndromy	22
2.5	Syndrom karpálního tunelu	22
2.5.1	Klinický obraz a symptomy.....	23
2.5.2	Etiologie a patogeneze	24
2.5.3	Klinické vyšetření	25
2.5.4	Diferenciální diagnóza.....	26
2.5.5	Elektrofyzilogie – elektromyografie (EMG)	26
2.5.6	Konzervativní terapie.....	28
2.5.7	Operační technika	29

2.5.7.1	Standardní otevření karpálního tunelu	30
2.5.7.2	Endoskopické uvolnění karpálního tunelu	32
2.6	Terapie po operačním řešení syndromu karpálního tunelu	33
2.7	Senzitivní systém	38
2.7.1	Receptory povrchového čítí	39
2.7.2	Taktilní citlivost - funkční vlastnosti taktilních receptorů	41
2.7.3	Senzitivní dysfunkce	42
2.7.4	Vyšetřování citlivosti	43
2.7.4.1	Testování citlivosti	44
2.7.4.2	Test dvoubodové diskriminace (two point discrimination test)	46
2.7.4.3	Různé názory na testování TPD	47
2.7.4.4	Jiné testy taktilní citlivosti	48
3	CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY	50
4	METODIKA PRÁCE	52
4.1	Charakteristika souboru	52
4.2	Použité metody	53
4.3	Sběr dat	54
5	ANALÝZA DAT A VÝSLEDKY	55
5.1	Hodnoty diskriminačního čítí	56
5.2	Hodnoty diskriminačního čítí před a po operaci	56
5.3	Rozdíl hodnot diskriminačního čítí pole č. 2	57
5.4	Porovnání oboustranného a jednostranného SKT	57
5.5	Význam fyzioterapeutické léčby	58
5.6	Kontrolní měření	59
6	DISKUZE	60
7	ZÁVĚR	66

Použité zkratky:

a. – arteria

aa. - arteries

ADL - aktivity běžného dne

C – krční obratel

CT - computer tomography

DIP - distální interphalangeální

EMG – elektromyografie

KT – karpální tunel

LCT - ligamentum carpi transversum

lig. – ligamentum

m. – musculus

mm. - musculii

MR - magnetická rezonance

n. medianus - nervus medianus

n. radialis - nervus radialis

n. ulnaris - nervus ulnaris

Ncl. – nucleus

PIP - proximální interphalangeální kloub

ROM - rozsah kloubního pohybu

RTG – rentgenové zobrazení

SKT - syndrom karpálního tunelu

Th – hrudní obratel

TPD – two point discrimination- dvoubodová diskriminace

Tr. - tractus

v. – vena

1 ÚVOD

Pro člověka je vedle lokomoce a schopnosti komunikace funkce ruky velmi důležitá, pro někoho nepostradatelná. Ruka nám zajišťuje přímý kontakt s prostředím, umožňuje nám vnímat své okolí pomocí hmatu. Jedná se o velmi flexibilní orgán mající mnoho dovedností. Mezi ně patří např. schopnost jemné manipulace s malými předměty a schopnost úchopu, která je jedinečná pro lidskou ruku. Mnoho lidí má zaměstnání, které je na funkci ruky závislé. Mezi tyto profese patří bezesporu i fyzioterapie. Proto jsem se při volbě tématu diplomové práce rozhodla zabývat právě problematikou ruky.

Ruka a celá horní končetina je jedním z nejméně přetěžovaných orgánů pohybové soustavy. Na chirurgických odděleních se nejčastěji řeší traumata horních končetin. Vysoký výskyt různých patologií ruky a nepostradatelnost funkce ruky vyžaduje velmi komplexní terapii. V poslední době se velice rychle vyvíjí oblast plastické chirurgie ruky. Během praxe na oddělení plastické chirurgie jsem se dozvěděla, že mezi nejčastěji operované diagnózy patří syndrom karpálního tunelu, a rozhodla jsem se orientovat svou diplomovou práci tímto směrem.

U syndromu karpálního tunelu dochází vedle motorického deficitu i k postižení senzitivní funkce oblasti inervované *n. medianus (nervus medianus)*. Snížená citlivost a senzitivní příznaky onemocnění jsou často významnější než oslabení thenaru. Při poruše citlivosti dochází k omezení senzitivní aference do centrálního nervového systému. Senzitivní a motorický systém je úzce propojen. Subkortikální struktury vyhodnocují senzitivní aferenci a vytváří motivaci a cíl pro vznik pohybu. Receptory senzitivního systému mají důležitou kontrolní funkci při vytváření zpětných vazeb do centrálního nervového systému. Každý pohyb je proto provázen multisenzorickou činností smyslů, zejména propriocepcí, taktilním čítím a zrakem. Informace z oblasti ruky jsou vedeny především cestou *n. medianus*.

V naší fyzioterapeutické profesi je hmat nepostradatelným smyslem. Vnímání pomocí hmatu, tedy palpaci, využíváme v manipulační technice. Palpace nám umožňuje vnímat pohybovou soustavu člověka. Naším dotekem vyvoláváme určitou reakci vyšetřovaného klienta a jsme schopni tuto reakci zpětně registrovat. Ruce jsou pro nás nejdokonalejší zdroj informací. Proto se chci dále věnovat otázce citlivosti ruky.

V současné době se testování citlivosti ruky u syndromu karpálního tunelu v naší zemi neprovádí. Obvykle se syndrom diagnostikuje na základě EMG vyšetření, podle kterého se určí závažnost problému a popřípadě je indikována operace. Rozhodla jsem se zhodnotit stav citlivosti ruky před operací syndromu karpálního tunelu a pozorovat její zlepšení po operaci. Vytvořila jsem výzkum, který se zabývá hodnocením diskriminačního čítí ruky lidí těsně před operací syndromu karpálního tunelu a po uplynutí třech měsíců po operaci.

Nejprve jsem očekávala v místě senzitivní inervace *n. medianus* horší diskriminační čítí než v oblastech inervovaných nervem ulnárním a radiálním, které nejsou utlačeny v karpálním tunelu. Při druhém měření stejných míst na ruce jsem očekávala zlepšení diskriminačního čítí v oblasti senzitivní inervace *n. medianus* a nezměněný nález v místech senzitivní inervace ulnárního a radiálního nervu.

2 TEORETICKÉ VÝCHODISKO

Ruka je úchopový orgán a pracovní nástroj člověka, který umožňuje orientaci a přímý kontakt se zevním prostředím. Pro některé jedince je to i prostředek dorozumívání. Ruka je velmi jemný nástroj. Její správná funkce je závislá na schopnosti stereognozie. Je schopna velmi složitých úkonů bez kontroly zraku a má velmi dobrou prostorovou orientaci (Haladová, 2003, Věle, 1997).

2.1 Anatomie ruky

Skelet ruky je složen z osmi zápěstních kostí, pěti záprstních kostí a čtrnácti článků prstů. Z funkčního hlediska je ruka složena ze dvou paprsků: mediálního (4. a 5. prst) a laterálního (1. a 2. prst). Třetí prst má nestabilní polohu. Zatížení ruky se koncentruje právě na vnitřní a zevní okraj ruky (Dylevský, 1996).

Ruka se skládá ze tří částí: zápěstí (*carpus*), záprstí (*metakarpus*) a články prstů (*phalanges*).

2.2 Topografie karpální oblasti

2.2.1 Kostra zápěstí

Proximální řadu tvoří ze strany palcové k malíkové *os scaphoideum*, *os lunatum*, *os triquetrum* a *os pisiforme*. Proximální řada tvoří eliptickou hlavici, která zapadá do vyhloubené plochy distálního konce kosti vřetení. Distální řada je tvořena *os trapezium*, *os trapezoideum*, *os capitatum* a *os hamatum* (Dylevský, 1996, Linc, 2003).

2.2.2 Kloubní spojení v zápěstí

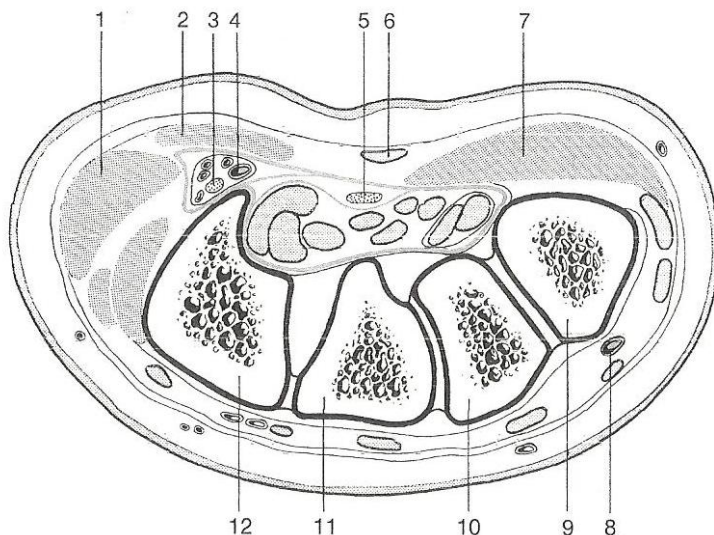
Articulatio radiocarpalis - je kloub složený. Jamku tvoří vřetení kost a hlavice se skládá ze tří kostí distální řady: *os scaphoideum*, *os lunatum* a *os triquetrum*, mezi ně je vložen trojúhelníkový *discus articularis*. Kloubní pouzdro je volné a upíná se na okraji kloubních ploch. *Articulatio mediocarpalis* - štěrbina kloubu má tvar položeného písmene S. *Os scaphoideum* tvoří hlavici na laterální straně, na mediální straně tvoří *os*

lunatum a *os triquetrum* jamku. *Articulatio radioulnaris distalis* je jednoosý kulovitý kloub. Hlavičí je ulna a jamku tvoří zářez na radiu.

Všechny tyto klouby mají společné kloubní pouzdro. Na palmární a dorzální straně se nacházejí ligamentózní pruhy. Mezi jednotlivými kostmi jsou krátké mezikostní vazy - *ligg. interossea*. Vazy na dorzální a palmární straně jdou od ulny a radie šikmo přes funkční střed karpu - *caput ossis capitati*. *Lig. carpi radiatum* je paprscitý vaz vyběhající od *caput ossis capitati* na sousední kosti a stabilizuje jejich polohu. *Lig. carpi transversum* je silný vaz spojující ulnární a radiální okraje a výběžky karpálních kostí. Pod tímto vazem je *canalis carpalis* (Dylevský, 1996).

2.2.3 Karpální tunel

Karpální tunel se nachází na palmární straně zápěstí a tvoří osteofibrózní průchod, kterým prochází šlachy flexorů, nervy a cévy z předloktí do ruky (Obrázek č. 1). Na dorzální straně je KT (karpální tunel) ohraničen karpálními kůstkami, kosti svým obloukovitým uspořádáním připomínají tunel. Laterální okraj tunelu tvoří *os scaphoideum* a *os trapezium*, na mediálním okraji je *os pisiforme* a *hamulus ossis hamati*. Palmárně KT překrývá *lig. carpi transversum*, jeho vlákna jsou transverzálně orientována a spojují jako tětíva luku oba okraje kostěného kanálu. Vchod do kanálu se označuje jako Paronův prostor a nachází se mezi šlachami flexorů (palmárně) a *m. pronator quadratus* (dorzálně) (Petrovický, 2001).



Obrázek č.1: Topografie karpálního tunelu

1 svalovina hypothenaru
 2 m. palmaris brevis
 3 n. ulnaris
 4 a. ulnaris
 5 n. medianus
 6 m. palmaris longus

7 svalovina thenaru
 8 a. radialis
 9 os trapezium
 10 os trapezoideum
 11 os capitatum
 12 os hamatum

NIGST, H. *Hand Surgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1988. ISBN 3-13-700001-7.

2.2.3.1 Povrchová vrstva karpální oblasti

Na povrchu je vazivová tkáň, relativně tuhá, málo pohyblivá s nízkým obsahem tukové tkáni. Povrchová vrstva obsahuje velmi variabilní a rozsáhlou žilní síť, která je viditelná přes kůži. Odvádí krev z povrchových žil ruky do velkých žil předloktí. Na ulnární straně leží *v. basilica (vena basilica)*, na radiální straně *v. cephalica* a uprostřed *v. mediana cubiti*. Na radiální straně karpální oblasti leží *n. cutaneus antebrachii lateralis* a na ulnární straně prochází *ramus palmaris n. ulnaris* a ulnárně od něj leží *n. cutaneus antebrachii medialis*. Palmární povrchová větev *ramus palmaris n. mediani* jde podél šlachy *m. palmaris longus* (Nigst, 1988).

2.2.3.2 Hluboká vrstva karpální oblasti

Pod povrchovou tkání leží hluboká fascie předloktí, která je zesílena silnými transverzálními vlákny. Pod touto fascií leží struktury, které přecházejí přes *lig. carpi transversum* a sahají do dlaně ruky. Od ulnární strany je zde šlacha *m. flexor carpi ulnaris* (se svou insercí k *os pisiforme*), *n. ulnaris* a *a. ulnaris s v. ulnaris*. Uprostřed prochází šlacha *m. palmaris longus* a na radiální straně leží povrchová palmární větev *a. radialis*. Pod *lig. carpi transversum* leží více povrchově v synoviální pochvě šlacha *m. flexor carpi radialis*, která sousedí se šlachou *m. flexor digitorum superficialis*, mezi těmito šlachami leží *n. medianus*, který se pak rozděluje do svých hlavních větví. Hluběji leží šlacha *m. flexor digitorum profundus*. Šlachy povrchových a hlubokých flexorů leží ve společné synoviální pochvě. Radiálně od této pochvy leží ve své synoviální pochvě šlacha *m. flexor pollicis longus*. Pod šlachami flexorů leží palmární karpální ligamenta s vysoce variabilní sítí arterií karpální oblasti (Nigst, 1988).

2.2.4 **Lig. carpi transversum**

LCT (*lig. carpi transversum*) je tuhý a nepoddajný vazivový pruh, který se upíná na radiální straně k *os scaphoideum* a *os trapezium* a na ulnární straně k *os hamatum* a *os pisiforme*. LCT proximálně sahá k flekční zápěstní rýze, kde volně přechází ve fascii předloktí. Na distálním konci LCT sahá k *basis metacarpalis*, dále se spojuje s vlákny *aponeurosis palmaris*. Šířka LCT je 3-4 cm mezi palmárním a dorzálním okrajem. LCT je silný 1 až 3,5 mm a nejsilnější je v místě *os capitatum*. Vaz na ulnární straně tvoří dno Guyonova kanálu, kde leží *a. ulnaris* a *n. ulnaris*. Palmární povrchová větev *n. medianus* proniká skrz *lig. carpi transversum* a inervuje kůži oblasti thenaru. Malé větvičky přechází ulnárně k thenarové rýze. Průběh tohoto povrchového nervu a jeho větví je důležitý při plánování operací syndromu karpálního tunelu (Kulick, 1996, Hunter, 1995).

Fascia palmaris manus - proximálně je tato fascie zesílena *lig. carpi palmare*, přechází do LCT a dále pokračuje do *aponeurosis palmaris*. Částečně do ní vrůstá povrchová část šlachy *m. palmaris longus* a spolu jdou přes LCT do *aponeurosis palmaris*. V oblasti thenaru a hypotehanur je fascie tenká, pokrývá svaly a upíná se na okrajích 1. a 5. metakarpu. Ve střední části je zesílená v *aponeurosis palmaris*. Jedná se

o tuhou pevnou blánu tvaru trojúhelníku s vrcholem umístěným proximálně. Distálním směrem se aponeuróza dělí na 4 podélné svazky, které pokračují na 2. – 5. prst jako *fasciculi praetendinosi*. Od okrajů palmární aponeurózy začínají *septa*, která se zanořují do hloubky a rozdělují dlaň na prostor thenarový, hypothenarový a střední prostor dlaňový. *Fascia palmaris manus profunda* = *fascia interossea palmaris* překrývá *mm. interossei* z palmární strany (Petrovický, 2001).

2.2.5 Nervus medianus - jeho průběh karpálním tunelem

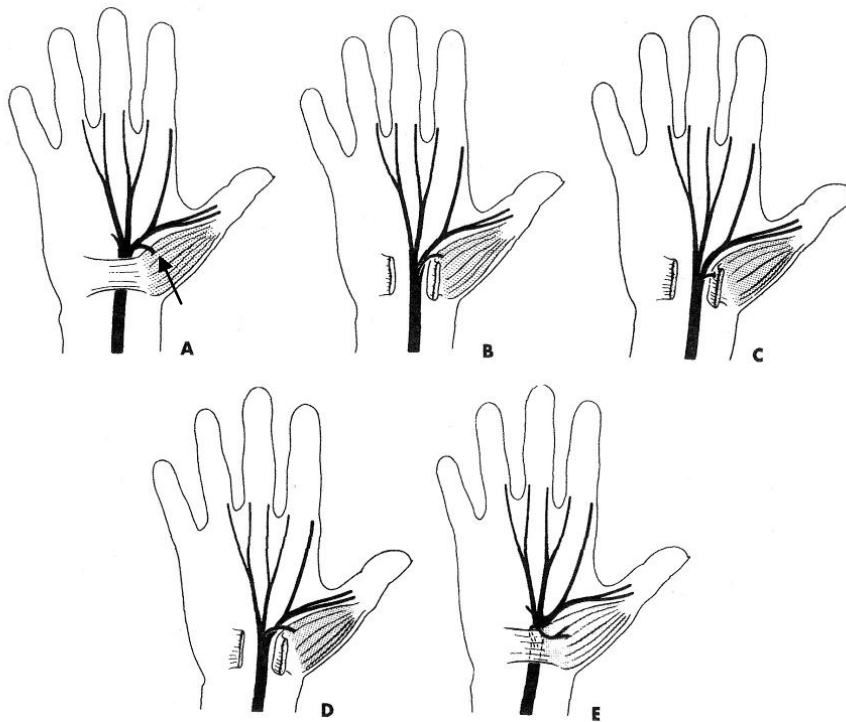
Hlavní větev *n. medianus* vede k distálnímu konci LCT, kde se rozděluje do dvou hlavních senzitivních kmenů, viz obrázková příloha č. 1. Laterální kmen nese vlákna k palci a radiální straně ukazováku. Vlákna mediálního kmene inervují oblast druhého a třetího meziprstí a třetího a čtvrtého meziprstí. Od hlavního kmene se dále odděluje malá motorická větvička *rami muscularis n. mediani*, vedoucí k thenaru. Větvení *n. medianus* může být velmi variabilní. Znat variace větvení motorického thenarového vlákna je důležité pro chirurgické výkony, protože v některých případech může být poškozen během operačního otevření LCT přímou i laparoskopickou cestou (Kulick, 1996).

Rami muscularis n. mediani se odděluje od hlavního kmene v těchto variacích (Obrázek č. 2).

- Extraligamentózní - jedná se o nejčastější možnost, pozorována u 46 % případů, větvička se odděluje od hlavního kmene až po průchodu pod LCT, vrací se mírně nazpět k thenarovému svalstvu (A).
- Subligamentózní - objevuje se u 31 % případů, motorické vlákno se odděluje od *n. medianus* po LCT, dále pokračuje podél hlavního kmene na okraj LCT a zde se otáčí zpět k thenaru (B).
- Transligamentózní - pozorován u 21 % případů, thenarové vlákno se opět odděluje od hlavního kmene pod LCT, ale prochází skrz vaz ve vzdálenosti 2 – 6 mm od jeho distálního okraje, tato varianta je nejvíce náchylná ke kompresi (C).

Další varianty už jsou méně časté.

- Motorické vlákno se odděluje od ulnárního okraje *n. medianus* pod LTC, k thenaru se stáčí až po průchodu tunelem (D).
- Větvička se odděluje pod LCT, po průchodu se otáčí zpět a leží na vrcholu LCT (E).
- Poslední možností je tzv. vysoké dělení, kdy se hlavní dva kmeny rozdělují již v předloktí, kanálem prochází paralelně, někdy mezi nimi leží artérie nebo nějaký přídatný sval, motorická větvička se pak odděluje od laterálního kmene po průběhu kanálem (F) (Hunter, 1995).



Obrázek č. 2: Variace uložení *Rami muscularis n. mediani*

HUNTER, J. M. *Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy*. 4. edition. St. Louis: Mosby, 1995, Vol. 1. ISBN 0-8016-7125-6

Vzájemný vztah *rami muscularis n. mediani* a thenarového svalstva může být komplikován chirurgickým přístupem do kanálu. Někdy se vyskytuje případ, kdy se thenarové svaly protáhnou směrem ulnárním. Pak v místě, kde bychom čekali LTC, se

nachází právě tyto svaly a poškození *rami muscularis n. mediani* je více pravděpodobné. Variabilita povrchové senzitivní větve dlaně je také častá. Obvykle se nalézá různá výška oddělení od hlavního kmene, nebo se vyskytuje různý počet větví, anebo zde může být kompletní absence senzitivního kmene (Hunter, 1995).

2.2.6 Krevní zásobení dlaně a zápěstí

V oblasti ruky se může objevit mnoho různých variací arteriálních a žilních systémů. Detailním popisem variant krevního zásobení ruky se zabýval ve své studii Coleman a Andson v roce 1961 (Chase, 1990).

2.2.6.1 Arteriální systém

Hlavní cévy zásobující ruku jsou *a. ulnaris* a *a. radialis*, které se oddělují z *a. brachialis* v oblasti kubitální jamky. Ulnární artérie vytváří v oblasti předloktí důležitou větev *a. interossea communis*, která se rozděluje na *a. interossea anterior* a *a. interossea posterior*, které jdou směrem distálním podél stejnojmenných nervů. *A. interossea anterior* končí u 87% populace v *arcus palmaris superficialis* (Taras, 1995).

Zápěstí je místo, kde se cévy dostávají do ruky. *A. ulnaris* vstupuje do zápěstí po mediální straně šlachy *m. flexor carpi ulnaris* a doprovází *n. ulnaris* do Guynova kanálu, kde přechází přes LCT. V této oblasti leží pod *m. palmaris brevis*, kde se rozděluje na hlubokou a povrchovou palmární větev. Povrchová palmární větev se točí směrem radiálním a vytváří *arcus palmaris superficialis*. Leží ve stejné úrovni úponu abduktoru palce v těsné blízkosti LCT, kde může dojít k poškození během uvolnění LCT. Hluboká palmární větev vstupuje do *arcus palmaris profundus*. *A. radialis* vede dorzálně na zápěstí skrz *foveolu radialis*. Než se artérie zanoří do hloubky, odděluje se od ní povrchová větev, která prochází přes nebo skrz *m. abductor pollicis brevis* a připojuje se do *arcus palmaris superficialis*. Tato větev zásobuje oblast thenaru. V místě radiokarpálního kloubu a prvního *m. interosseus dorsalis* se *a. radialis* dostává do dlaně a formuje *arcus palmaris profundus*, který leží více proximálně než *arcus superficialis* v oblasti proximálních konců metakarpů (Chase, 2002).

Krevní zásobení oblasti zápěstí je rozděleno na extraosseální a intraosseální. Zápěstí je inervováno krví ze tří dorzálních a tří palmárních oblouků, které jsou zásobeny z *a. radialis, ulnaris, interossea anterior a posterior*. Na dorzální straně od proximálního okraje k distálnímu se nachází radiokarpální, interkarpální a basometakarpální transverzální oblouk. Na palmární straně leží radiokarpální, interkarpální oblouk a *arcus palmaris profundus*. Všechny kosti kromě *os pisiforme* mají krevní zásobení z dorzální i palmární strany a dále více než jednu nutritivní arterii jdoucí do kosti. Obvykle jsou malé cévky pronikající do kosti v blízkosti hlavních zásobujících cév (Berger, 2002).

Z *arcus palmaris superficialis* vychází cévy, které se zanořují hlouběji do dlaně a připojují se k nim větvičky z *arcus palmaris profundus*, společně pak vedou ke 2. – 5. prstu. Dále pak vytváří mnoho větviček vedoucích ke svalům a kůži. *Arcus palmaris profundus* vytváří hluboké *aa. metacarpales*, které vedou k metacarpofalangeálním kloubům a *mm. interossei* a dále se pak spojují s arteriemi z *arcus palmaris superficialis*. *Aa. digitales* jsou zásobeny hlavně z povrchového oblouku a jdou v těsné blízkosti digitálních nervů. Vytváří síť připomínající žebřík. Vychází z nich větvičky vedoucí ke kostem, kloubům a flexorovým šlachám. Tato síť koresponduje se stejnou ale menší sítí na dorzální straně ruky (Taras, 1995, Chase, 2002).

2.2.6.2 Venózní systém

Žilní síť začíná od konečků prstů po palmární a laterální straně a na dorzální straně od nehtového lůžka. Síť má opět podobu žebříku a odvádí krev z prstů směrem proximálním. Dorzální žíly jsou poněkud větší, proto se často využívají při replantacích. Tyto drobné žíly vedou do povrchových žil - *v. cefalica a basilica* a do hlouběji uložených žil - *vena radialis a ulnaris* (Taras, 1995).

2.2.7 Nervová inervace ruky a zápěstí

Senzitivní inervace ruky a zápěstí zajišťují *n. medianus, ulnaris a radialis*, motorická inervace svalů ruky je z *n. medialis a ulnaris, nervus radialis* svaly ruky neinervuje, ale motoricky zásobuje svaly předloktí, který hybnost ruky ovlivňuje.

N. medianus má kořenovou inervaci od krčního obratle C5 až po hrudní obratel Th1 (C5 - Th1). Do ruky vstupuje cestou karpálního tunelu, kde leží laterálně vedle *m. palmaris longus* a pod LCT. Po průchodu kanálem se rozděluje na senzitivní větev a motorické vlákno inervující oblast thenaru - *m. opponens pollicis*, *abduktor pollicis brevis* a *m. flexor pollicis brevis caput superficiale*. Dále se rozděluje na *nn. digitales palmares communes I, II, III*. Z *n. digitales palmares communes I* odstupují *nn. digitales palmares proprii* pro senzitivní inervaci obou stran palce a radiální strany ukazováku. *N. digitales palmares communes II* vydává svalovou větvičku pro *m. lumbricalis I* a senzitivní *nn. digitales palmares proprii* pro ulnární stranu ukazováku a radiální stranu 3. prstu. *N. digitales palmares communes III* inervuje *m. lumbricalis II* a vydává senzitivní *nn. digitales palmares proprii* pro ulnární okraj 3. prstu a radiální stranu 4. prstu. Senzitivní inervace *n. medianus* v oblasti ruky je znázorněná v obrázkové příloze č. 2 (Bendařík, 2010, Janda, 2004, Petrovický, 2002).

N. ulnaris je dlouhý a silný nerv, který je inervován z kořenů C8 - Th1. V oblasti zápěstí se dostává na povrch a do ruky vstupuje skrz Guyonův kanál, kde prochází ulnárně od *a. ulnaris* a pod *m. palmaris brevis*. V tomto místě se začíná větvit na *ramus superficialis* a *profundus*. *Ramus superficialis* vytváří vlastní vlákno k ulnární straně 5. prstu a společnou větev k přilehlým oblastem 5. a 4. prstu. Senzitivní inervace je znázorněná v obrázkové příloze č. 3. Další větvičky motoricky inervují *m. palmaris brevis* a *m. abduktor digiti minimi*. *Ramus profundus* prochází skrz dva tunely, první tvoří hák *ossis hamati* a *os pisiforme* a druhý je mezi dvěma hlavami *m. opponens digiti minimi*. Dále se připojuje k *arcus palmaris profundus* a obloukem se dostává k thenaru. Z oblouku odstupují jemná vlákna ke všem svalům hypothenaru, *mm. interossei palmares* a *dorsales*, ke dvěma ulnárním *mm. lumbricales*, *m. adduktor pollicis* a *m. flexor pollicis brevis caput profundum*. Existují různé variace v inervaci *m. flexor pollicis brevis*, nejčastěji se rozděluje mezi zmíněné nervy, kdy hluboká hlava je inervována z *n. ulnaris* a povrchová z *n. medianus*. Může se objevit varianta, kdy je povrchová hlava inervována z *n. ulnaris*, nebo je zásobena z obou nervů (Bendařík, 2010, Janda, 2004).

N. radialis je inervován z kořene C5 - C7 a odděluje se od axilárního nervu v oblasti zadní axily a vynořuje se na dorzální straně zápěstí. Senzitivně inervuje

zápěstí, dorsum ruky, proximální dorzální část palce, 2., 3. a někdy část 4. prstu- viz obrázková příloha č. 4 (Bendařík, 2010, Janda, 2004).

2.3 Funkce ruky jako celku

Hlavní funkcí ruky je úchop. Jeho kvalita závisí na svalové síle, na hybnosti kloubů a na vzájemné svalové koordinaci. Někteří autoři dělí úchopy do dvou základních skupin: 1. jemný a precizní úchop a 2. silový úchop. U většiny lidí pozorujeme, že jedna ruka je obratnější a používá se častěji než druhá, je dominantní oproti druhé ruce (Haladová, 2003).

V běžné praxi se používá 6 základních variant úchopu, z nichž 4 potřebují funkci thenaru.

1. **Štipec** - úchop s terminální opozicí palce a ukazováku - mezi konečky obou prstů, k úchopu jemných věcí.
2. **Pinzeta** - úchop se subterminální opozicí palce a ukazováku - mezi bříška prstů - uchopení tužky, listu papíru. Často porušeno u léze *n. medianus*.
3. **Klepeto** - úchop s laterální opozicí, bříško palce je proti palcové hraně ukazováku.
4. **Úchop celou rukou** - palmární úchop s palcovým zámekem.
5. **Úchop mezi dlaní a prsty** - digitopalmární, úchop hákový - nošení břemen, uchopení páky.
6. **Úchop interdigitální** - úchop drobných předmětů mezi prsty, např. držení cigarety (Véle, 1997).

Význam senzitivní aference pro motoriku ruky

Ruka je jemný a flexibilní nástroj, pro jehož správnou funkci je důležitá stereognozie. „Bez podrobného ovládní prostoru hmatem a zrakem nemůže vzniknout obratný pohyb“ (Véle, 1997, s. 89). Informace, které ovlivňují funkci ruky, jsou jednak kožní a jednak proprioceptivní, které jsou vedeny aferentními drahami do subkortikálních struktur a zde jsou vyhodnocovány a vytváří se zde motivace k pohybu.

Pro vytvoření obratného pohybu je nezbytná znalost prostředí, ve kterém se bude pohyb uskutečňovat. Pokud nebude správná a dostatečná aference z ruky, je omezená i hybnost ruky. Pokud je špatná pohybová funkce, dochází ke změnám na strukturách, které pohyb realizují (Véle, 1997).

2.4 Úžinové syndromy

Úžinové syndromy způsobují změny na dvou úrovních – změny na úrovni myelinových obalů a změny v úrovni axoplasmatického toku.

Na úrovni myelinových obalů jsou rozdílné změny na dvou etážích - na začátku a konci, a v celém průběhu. Nejdůležitější místa útlaku jsou na koncích útlaku. Zde se vsunují hlubší myelinová vlákna do povrchnějších. Dochází k narušení proudu elektrochemických potenciálů a vytváří se minikompartmentový syndrom, který má vliv na rozvoj změn v celém axonu. Tento syndrom vzniká útlakem cévních struktur, jak arteriální části s ischemizací, tak i venózní části, která má vliv na vznik otoku endotelu.

„Pokud není operace úžinových syndromů provedena správně, tj. není protnutá utlačující struktura v celém rozsahu, může se místo uvolnění nervu vytvořit syndrom dvojího útlaku“ (Masopust, 2003, s. 10). Špatně provedená operace může stav zhoršit.

Lokální bolestivost a parestézie vzniká následkem narušeného proudění iontů při elektrochemickém potenciálu. Zániková symptomatologie vzniká, když je porušen tok axoplazmy. Dlouhodobé narušení toku vede k Wallerově degeneraci (Masopust, 2003).

2.5 Syndrom karpálního tunelu

Jako první o SKT (syndrom karpálního tunelu) píše Phalen v roce 1950, který popisuje etiologii, diagnostiku a léčbu tohoto známého úžinového syndromu. Již v roce 1854 Paget popisuje komprese *n. medianus* v zápěstí způsobenou traumatem a v roce 1913 byla během pitvy popsána komprese *n. medianus* v karpálním tunelu. V roce 1938 si Moersch uvědomil, že atrofie v oblasti thenaru může být způsobená kompresí motorické větve pod LCT, ale sensorické symptomy a motorické nálezy byly způsobeny kompresí *n. medianus* v zápěstí. Dříve než byla zjištěna přítomnost dvojích

příznaků, vznikla myšlenka, že kompresy může způsobovat krční žebro tlakem na brachiální plexus nebo kořeny krčních nervů. Tato myšlenka byla prohlašována do roku 1940. V roce 1938 Learmonth provedl uvolnění LCT a tím ulevil pacientům od motorických a senzitivních příznaků. V této myšlence pak pokračoval Phalen, který vnesl syndrom karpálního tunelu do medicínských termínů (Kulick, 1996).

2.5.1 Klinický obraz a symptomy

Epidemiologické údaje o výskytu SKT se značně liší. „*Vyšší výskyt je podmíněn věkem, malou tělesnou výškou, ženským pohlavím (až 4:1 vůči mužům), zčásti i vrozenými menšími rozměry karpálního tunelu (potvrzeno na podkladě CT, nikoliv ale MR)*“ (Ehler, 2002, s. 74). SKT se častěji vyskytuje u žen středního věku (mezi 40 a 60 rokem). U syndromu karpálního tunelu se objevují následující symptomy:

1. Nepatrné brnění a snížení citlivosti na konci prostředníčku.
2. Rozšíření příznaků na radiální stranu konce prsteníčku, na konec ukazováčku a palce.
3. Pocit chladu a potivost ruky - způsobeno vasospasmem - *n. medianus* nese velkou část sympatické inervace pro ruku.
4. Bolest, pálení a brnění v prvních třech prstech ruky s iradiací do předloktí nebo více proximálně. Typicky se bolesti objevují spíše v noci, kdy dokážou člověka vzbudit. Úlevu přináší svěšení ruky přes postel a protřepávání. Obtíže se mohou objevit i během dne při zvýšené námaze při ručních pracích.
5. Zhoršení jemné motoriky (manipulace s mincemi, zapínání knoflíků) a pocit otoku prstů a ruky.
6. Pokud se léčba nezahájí při prvotních obtížích, dochází k rozvoji zánikové symptomatologie: postupná ztráta citlivosti, oslabení hybnosti, atrofie thenaru, Tinelův příznak, Phalenův zápěstní test (Kulick, 1996, Nigst, 1988, Ehler, 2002).

2.5.2 Etiologie a patogeneze

Příčin tohoto onemocnění je mnoho. Komprese je způsobená nepoměrem mezi kapacitou tunelu a jeho obsahem.

Příčinou může být:

- A. Snížení kapacity tunelu: změny na karpálních kostech, zesílení LCT, nepřirozená pozice zápěstí (extrémní flexe nebo extenze)
- B. Nárůst obsahu tunelu: tenosynovitida (revmatoidní onemocnění, dnavé tofy), akutní trauma (stav po Collesově fraktuře, edémy), posttraumatický stav (osteofyty, jizvy), neoplazma (ganglion, lipom),...
- C. Idiopatický syndrom karpálního tunelu
- D. Kongenitální anomálie: Madelungova deformita ruky, anomální sval v karpálním tunelu
- E. Metabolická onemocnění související se syndromem karpálních tunelů: diabetes, amyloidóza, akromegalie, thyreopatie
- F. Infekční nemoci: lymeská borelióza, tuberkulóza
- G. Hereditární neuropatie
- H. Změny metabolismu tuku: obezita, těhotenství, menopauza
- I. Různé příčiny: poštípání hmyzem, kousnutí hadem, aneurysma

Lidé mající neuropatii periferních nervů způsobenou alkoholismem, chronickým selháváním ledvin nebo diabetem - mají větší náchylnost ke vzniku syndromu karpálního tunelu. Mezi profesionální příčiny SKT jsou opakované a namáhavé úkony ruky, práce s vibračními nástroji, zhoršená schopnost naučit se určitý pracovní motorický stereotyp, nebo naopak přecvičení již naučeného stereotypu. Jsou určitá povolání, která disponují k rozvoji SKT: dělníci při výrobě bot, při tkaní koberců, horníci, práce se šroubovákem, práce s myší u počítače, hudebníci (Kulick, 1996, Nigst, 1988, Ehler, 2002).

Kulick se domnívá, že symptomy komprese *n. medianus* vznikají z ischemie spíše než z přímého fyzického poškození. Vzrůstající komprese postihuje cévy zásobující nerv. Když dojde k uvolnění komprese v místě, kde chyběla krevní cirkulace,

dojde k prokrvení. Toto tvrzení dokládá okamžité snížení klinických příznaků a zlepšení stavu po chirurgickém řešení. To však nemůžeme očekávat, pokud byl nerv poškozen. Pokud je komprese chronická, dochází ke vzniku intrafascikulárního edému, který vede k fibroblastické infiltraci a ke vzniku jizvy. Tito pacienti nemají po operaci celkovou úlevu (Kulick, 1996).

2.5.3 Klinické vyšetření

Během vyšetření se mohou objevit následující příznaky:

- Ztuhlost karpálního tunelu - silný tlak na LCT způsobí bolest s iritací do prvních tří prstů
- Phanelův flekční test - zápěstí se drží v maximální palmární flexi po dobu 1-2 minut, pokud je pozitivní, objeví se parestezie v oblasti inervace *n. medianus*
- Extenční test - dlaně jsou drženy proti sobě v maximální dorzální flexi po dobu 1-2 minut, kdy se opět objeví senzorické symptomy komprimovaného nervu
- Hoffmannův-Tinnelův příznak - poklep na nerv v oblasti karpálního tunelu vyvolá příznaky syndromu karpálního tunelu
- Turniketový test - přiložení turniketové manžety v oblasti horní končetiny, kdy zvýšení tlaku nad systolický krevní tlak vyvolá bolest a parestézii v inervační oblasti *n. medianus*
- Atrofie v oblasti thenaru se ztrátou citlivosti
- Steroidové injekce – používají se zejména u mladých jedinců s normálním nervovým vedením, kteří nemají známky ztráty citlivosti, ale trpí bolestí ruky, předloktí a ramene a injekce jim přinesou úlevu, stejně jako lidem trpící kompresí *n. medianus*
- Zpomalené vedení motorických a senzorických nervů
- Otok proximálním směrem k zápěstí
- Zobrazovací metody: RTG - je důležitý, pokud příčinou vzniku SKT je změna skeletu karpálního tunelu, CT - lépe ozřejmí anatomické vztahy v karpálním

tunelu než RTG, MR - dokonalý trojdimenzionální obraz zejména měkkotkáňových struktur - lze identifikovat příčinu komprese *n. medianus*, UZ - dostupná a levnější, dokáže prokázat mechanickou kompresi *n. medianus* (Nigst, 1988, Ehler, 2002).

2.5.4 Diferenciální diagnóza

Vzhledem k vysokému výskytu této kompresivní neuropatie je mnoho chorobných stavů, které je nutno od SKT odlišit. Podle lokalizace musíme často diferencovat

- Léze *n. medianus* distálně nebo proximálně od karpálního tunelu
- Double crush syndrom
- Komprese digitálních nervů
- Hypoplazie thenaru
- Radikulopatie C6 a C7
- Léze brachiálního plexu
- Syndrom horní hrudní apertury
- Nemoci vaziva, tenosynovitida, Dupuytrenova kontraktura, Raynaudův syndrom (Ehler, 2002, Zimmerman, 1994).

2.5.5 Elektrofyziologie – elektromyografie (EMG)

Úžinové syndromy patří k nejčastějším indikacím EMG vyšetření. V důsledku komprese nervu vzniká fokální demyelinizace s možnou sekundární axonální lézí u těžších forem. „*EMG je cenné hlavně tam, kde symptomatika je necharakteristická a objektivní nález normální a mělo by být provedeno vždy, když se uvažuje o invazivní léčbě (operace, ale i obstríik)*“ (Adamčová, 2003, s. 149).

EMG SKT je založeno na hodnocení rychlosti vedení senzitivních a motorických vláken *n. medianus* skrz karpální tunel. Stanovení abnormálních hodnot vedení vychází z porovnání daných parametrů u asymptomatických jedinců nebo

porovnání s vedením nepostíženého druhostranného *n. medianus* nebo s vedením v jiných nepostížených nervech téže ruky (*n. ulnaris*, *n. radialis*). Během měření se dbá na přísné dodržení technických parametrů, aby byl co nejmenší rozptyl naměřených hodnot. Jedná se o teplotu povrchu kůže měřené oblasti, neutrální polohu ruky v zápěstí, standardní uložení elektrod a standardní měření vzdáleností (Kadaňka, 2005).

Vlastní provedení elektrofyziologického vyšetření je možno rozdělit do následujících skupin:

1. Proveďte se měření absolutní rychlosti vedení nervem (m/s) nebo latence začátku či vrcholu akčního potenciálu (ms).
2. Srovnávání hodnot vyšetřeného *n. medianus* s parametry vedení ostatních nepostížených nervů stejné ruky.
3. Porovnávání hodnot postižené končetiny s hodnotami stejných testů na kontralaterální končetině.
4. Srovnávání hodnot vedení proximálního a distálního úseku *n. medianus* - např. vedení na předloktí s vedením od zápěstí k prstům, nebo vedení v krátkých úsecích (1-2cm) nervu (inching).
5. Jehlová EMG svalů thenaru a i dalších svalů - umožňuje odlišit jiné choroby periferních nervů s podobnou symptomatologií (polyneuropatie, radikulopatie).

Pro stanovení elektrofyziologicky středně těžkého stupně SKT je nutné splňovat vždy 1. a 2. bod a jeden z bodů 3. nebo 4.:

1. Rychlost vedení senzitivními vlákny *n. medianus* od zápěstí ke 2. nebo 3. prstu menší než 38m/s nebo nevýbavnou odpověď
2. Normální nález distální motorické latence (DML) a vedení senzitivními vlákny *n. ulnaris* k 5. prstu
3. DML *n. medianus* menší než 5,3ms nebo nevýbavná odpověď
4. Trvalá abnormální spontánní aktivita v jehlové EMG z *m. abductor pollicis brevis* minimálně ze dvou míst (Kadaňka, 2005).

2.5.6 Konzervativní terapie

Konzervativní terapie se doporučuje lidem s mírnými příznaky syndromu. Spočívá v aplikaci steroidních injekcí a dlahování (Kulick, 1996)

Steroidní injekce jsou velmi účinné při řešení symptomů SKT v krátkodobém horizontu pro dočasnou úlevu. Injekce působí protizánětlivě na zesílené synovium a snižuje jeho objem a tím i tlak na *n. medianus*. Bylo prokázáno, že steroidní injekce mají větší účinnost než podávání steroidních léků perorálně (Kulick, 1996, Burke, 2003, Ono, 2010).

Dlahování je jednou z variant konzervativní terapie s minimem nežádoucích účinků. Imobilizace může snížit tlak kolem měkkých tkání v KT, čímž se zrychlí krevní průtok a zmírní tlak na *n. medianus*. Protože se tlak v KT zvyšuje během flexe a extenze, zápěstí se polohuje v dlaze do neutrální polohy. Dlahu se nosí především na spaní, ale může se nosit i během dne. Od nočních parestézií se uleví pravděpodobně tím, že pacient nespí s flektovaným zápěstím (Kulick, 1996, Ono, 2010).

Vliv cvičení v konzervativním přístupu terapie KT není dostatečně dokumentován a efektivita je poněkud sporná. Nicméně poučení pacienta o cvičení a správné pozici zápěstí je nedílnou součástí terapie. Meckin ve své knize píše o výzkumu pana Seradge, který se zabýval touto problematikou. Vyzoroval, že tlak uvnitř karpálního tunelu se zvyšuje nejen při flexi zápěstí, ale také při extenzi, když je ruka zaťatá v pěst, při uchopování předmětů a při isometrické kontrakci svalů prstů ruky proti odporu do flexe. Narůstající tlak během funkčních pohybů naznačuje, že je nutné pacienty poučovat o správném držení zápěstí, o držení pěsti, uchopování předmětů, nošení předmětů a izolované aktivity prstů proti odporu. Dále pozoroval pokles tlaku v KT během krátkého a přerušovaného cvičení prstů a zápěstí do flexe a extenze (Hayes, 2002).

Wilgis a Murphy popularizovali tzv. napínací metodu nervů a šlach, která má přímý vliv na mobilizaci nervu, ale také usnadní žilní návrat a redukuje edém. Jednotlivé cviky budou popsány v kapitole týkající se pooperační terapie (Burke, 2003, Hayes, 2002).

Závislost mezi zaměstnáním a vznikem SKT není plně prokázána. Ale časté přetěžování rukou může příznaky SKT zhoršit. Nejčastější hypotézou je, že nadměrné

zatížení rukou způsobuje tenosynovitidu. Copp aj. popisují, že velká aktivita *mm. lumbricales* může způsobit iritaci svalů do KT a zvýšení tlaku v KT a tím objevení SKT. Omezení flexe v metakarpofalangeálních kloubech může tento tlak snížit. Velkou roli hraje ergonomie prostředí zaměstnání. Postavení zápěstí při práci hraje důležitou roli při vzniku příznaků. Tlak v KT je nejnižší v neutrální poloze zápěstí. Pracovní výška stolu nebo přístroje by měla být taková, aby se vyvarovalo extrémních pohybů v zápěstí. Rukojeti nástrojů by měli být přizpůsobeny, aby se uchopovaly co nejmenší silou. Často jednoduché změny pracovního prostředí mohou velice ovlivnit výskyt příznaků SKT (Burke, 2003).

Konzervativní terapie u lidí se závažnou symptomatologií SKT dává dočasnou úlevu, avšak k vyléčení syndromu nevede. Pacienti s dlouhodobou konzervativní terapií před operací měli lepší výsledky po chirurgickém řešení, než pacienti, kteří šli rovnou na operaci (Kulick, 1996).

2.5.7 Operační technika

Během posledních let se objevuje mnoho nových diagnostických technik a léčebných postupů, chirurgických a konzervativních, při řešení úžinových syndromů. Mezi nejčastější operace úžinových syndromů patří operace syndromu karpálních tunelů. Koncem 90. let byl na 1. LF UK zaznamenán nárůst těchto operací, kdy v roce 1997 bylo operováno 45 klientů a v roce 1999 už 248 (Masopust, 2003).

Operace karpálního tunelu je jednou z nejčastěji prováděných chirurgických výkonů na ruce a zápěstí v USA. Odhaduje se přibližně 400 000 provedených operací během 1 roku (Ono, 2010).

Operace je často prováděna jako ambulantní výkon. Vzhledem k délce výkonu (15-25 min) se doporučuje lokální anestézie. Pacient obvykle leží na zádech, paži má v abdukci a předloktí v supinaci. Vhodné je podložit zápěstí do mírné extenze (Masopust, 2003).

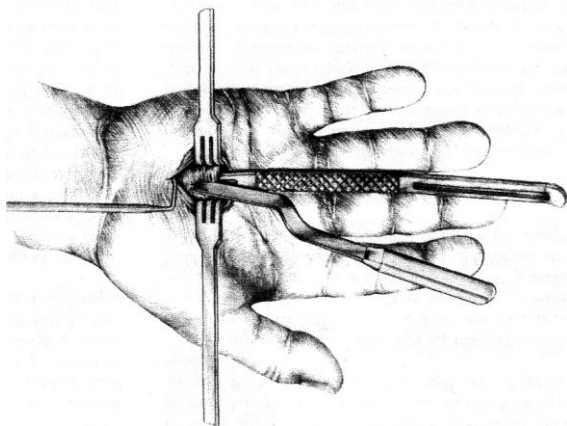
V oblasti karpálního tunelu je několik anatomických detailů a variací, které je nutné zdůraznit. Aby se předešlo případným komplikacím, je nutné dobře znát anatomii palmární povrchové větve *n. medianus* a *ulnaris* (Van Beek, 1990).

Existuje několik variant chirurgického řešení SKT. Dvě nejčastěji používané metody jsou přímé otevření karpálního tunelu a endoskopické řešení. Bez ohledu na výběr metody, cílem je vždy uvolnění LCT (Ono, 2010).

Indikace se opírá o klinický obraz a EMG vyšetření, které nejsou vždy ve shodě. Operace je plně indikována, pokud je pouze iritační symptomologie s těžkým EMG nálezem nebo těžký klinický obraz s těžkým EMG nálezem. Pokud je iritační symptomatologie s lehkým nebo žádným EMG nálezem, doporučuje se konzervativní terapie. Při těžkém klinickém obrazu s lehkým EMG nálezem, je nutné udělat další vyšetření vzhledem k ostatním možným onemocněním (Masopust, 2003).

2.5.7.1 Standardní otevření karpálního tunelu

Obvykle byl prováděn podélný řez dlouhý 4-5 cm, který se táhnul až k zápěstní vrásce. V průběhu doby se velikost řezu postupně snižovala a nyní se většina chirurgů snaží udělat řez 2-4 cm dlouhý, který končí 2 cm distálně pod zápěstní vráskou (Obrázek č. 3). Bylo prokázáno, že je tato metoda efektivnější s nižším výskytem komplikací (Ono, 2010).



Obrázek č. 3: Standardní otevření karpálního tunelu

MACKIN, E. J. et al. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5. edition. St. Luisa: Mosby, 2002, Vol. 1. ISBN 0-323-01094-6

Dle Masopusta je řez veden v ose 3. prstu a je snaha provést jej v kožní řase (Masopust, 2003). Hunter i jiní autoři řez lokalizují ulnárně od 3. metakarpu. Incize by měla být na ulnární straně *m. palmaris longus* a 3. metakarpu a zároveň by měla ležet radiálně od *a. ulnaris* (Hunter, 1995).

Po provedení povrchového řezu je dobře identifikována a opatrně rozříznutá palmární fascie s podkožním tukem. Nyní by měl být viděn superficiální palmární oblouk a LCT. Na ulnární straně řezu leží *a. ulnaris*, pro dobrou orientaci zde můžeme použít kostěné komponenty ulnární strany tunelu - hák *os hamati* a *os pisiforme*. Dále řez prochází skrz aponeurosu thenaru a hypothenaru, LCT a distálně prodlouženou fascii předloktí. Řez skrz LCT začíná distálně a pokračuje směrem proximálním. Distálně je řez veden až k *rami muscularis n. mediani*, kde se musí pracovat s velkou opatrností, aby nebyl nerv poškozen, zejména se musí myslet na různé varianty jeho uložení. Když se zvedne laterální část ligamenta, odkryje se nám *n. medianus*, který často přilne k spodnímu povrchu vazy. *N. medianus* by měl být uvolněn. Je možné provést kontrolu obsahu karpálního tunelu, zda neobsahuje tumor, svalovou anomálii nebo jinou příčinu komprese (Kulick, 1996, Van Beek, 1990, Einhorn, 1996).

Masopust doporučuje začít řez uprostřed délky ligamenta pro dobrou identifikaci případného variabilního uložení *rami muscularis n. mediani* a vyhnout se palmární senzitivní větvi. Následně uvolňuje proximální a distální okraj, distálně je hranicí palmární tuk pod palmární aponeurozou a proximálně antebrachiální fascie (Masopust, 2003).

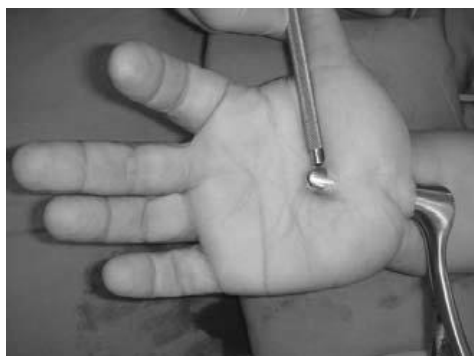
Možné komplikace operační léčby jsou přerušeni *n. medianus* nebo jeho poranění, zejména se věnuje zvýšená pozornost *rami muscularis n. mediani*, poškození palmární povrchové větve *n. medianus*, neúplné uvolnění nervu (nutné uvolnit proximální i distální vazivové struktury, hrozí syndrom dvojího útlaku), hypertrofická jizva, hematom v ráně, vzácně raná infekce, delší doba pracovní neschopnosti. Další komplikace mohou vzniknout při nepodržování doporučených instrukcí pacientem (Masopust, 2003, Kulick, 1996).

Výhodou otevřeného způsobu otevření KT je přesná vizualizace anatomických struktur a viditelný důkaz kompletního uvolnění KT. Je to bezpečná, spolehlivá a znovu proveditelná procedura. Umožňuje chirurgovi identifikovat a popisovat různé anomálie

nebo patologické stavy v KT. Nevyžaduje speciální dovednosti a vybavení a je proveditelná rychle a bezpečně pod lokální anestézií (Einhorn, 1996).

2.5.7.2 Endoskopické uvolnění karpálního tunelu

Novější metodou uvolnění LCT je endoskopie (Obrázek č. 4). Jedná se o méně invazivní metodu. Provedení endoskopické operace je v porovnání s přímým otevřením složitější, které vyžaduje rozsáhlé zkušenosti a dokonalé znalosti anatomie ruky a endoskopického zařízení (Hunter, 1995).



Obrázek č. 4: Endoskopické uvolnění karpálního tunelu

SEVER, C. ET et al. The mini incision technique for carpal tunnel decompression using nasal instruments. *Turk Neurosurg* [online]. Jul 2010, vol 20(3) [cit. 2011-03-31]. s. 353-7. Dostupné z: http://www.turkishneurosurgery.org.tr/pdf/pdf_JTN_767.pdf

Základním důvodem komplikací v chirurgii SKT je složitá anatomická stavba této oblasti. Endoskopická metoda používá malé incise, které snižují orientaci v tomto prostoru. Jsou kladeny vyšší nároky na znalost topografie KT, aby se minimalizovalo riziko komplikací. V blízkosti LCT leží mnoho anatomických struktur, které mají různé varianty uložení a které mohou být snadno poškozeny. Mezi tyto struktury patří: *rami muscularis n. mediani*, superficiální palmární oblouk, komunikující větev mezi *n. medianus a ulnaris*, tukový polštář lokalizovaný obvykle ve středu dlaně, ale může se rozšířit proximálně a dorzálně k LCT a snížit tak viditelnost v oblasti, palmární povrchová větev *n. medianus*, hák *ossis hamati*, Guyonův kanál/ *n. a a. ulnaris, n. medianus* a šlachy flexorů, interthenarová fascie (Mirza, 1996).

Pokud se očekává, že je v místě KT léze nebo obsahuje patologické procesy, které by mohly limitovat vizualizaci, doporučuje se provést klasické otevření KT. Revmatoidní pacienti a lidé s tenosynovitiidou by měli být také operováni spíše otevřenou cestou (Mirza, 1996).

Možné komplikace a nevýhody endoskopie KT jsou obtížná vizualizace a někdy těžké rozlišení mezi synoviální a nervovou tkání, nemožnost palpce kostěného kanálu, přítomnost vrozených anomálií a jejich špatná detekce, náročnost operace a drahé technické vybavení. Výhodou endoskopického uvolnění KT je malá jizva a její tuhost po krátkou dobu, menší bolestivost a unavitelnost, brzký návrat k ADL (aktivity běžného dne) a práci, zanechává neporušenou tukovou vrstvu, palmární fascii a *m. palmaris brevis* (Hunter, 1995, Mirza, 1996, Einhorn, 1996).

2.6 Terapie po operačním řešení syndromu karpálního tunelu

Lidé se často domnívají, že operačním výkonem se syndrom karpálního tunelu vyléčí. Bez následné rehabilitace se jen obtížně dosáhne plné úpravy funkce ruky. Celková efektivita je závislá na následné rehabilitaci a edukaci klienta (Stejskalová, 2011).

Pooperační terapie je řízená v závislosti na postupu hojení rány a její reakci na operační traumatizaci. Terapie je ovlivněna individuálními faktory, mezi které patří pooperační stav, chirurgický výkon, dominance horní končetiny, oboustranné symptomy, přidružené choroby, psychická vyrovnanost, pracovní požadavky na ruku. Terapie je vedena k edukaci klienta, ke snížení edému, k podpoře hojení jizvy, návratu kloubní hybnosti (ROM), zvýšení svalové síly a návratu plné funkce ruky. Pouze několik lidí mívá pooperační období bez komplikací a nevyžadují rehabilitaci. Nicméně pro určité klienty je intenzivní terapie indikována, zejména pokud je stále přítomna bolest, pokud mají problémy s citlivostí nebo je stav fyzicky omezuje (Hayes, 2002).

Při vyšetření po operaci se hodnotí postavení ruky a celé horní končetiny, kvalita pohybových stereotypů, spontánní používání ruky, velikost otoku, charakter jizvy, omezená pohyblivost kůže a podkoží omezující ROM zápěstí, práh citlivosti, thenarová atrofie, bolestivost, ADL a svalová síla úchopu a špetky, která je testována po ústupu akutního stavu (Hayes, 2002).

Při prvním kontaktu je klient informován o průběhu terapeutických procedur, o jejich významu a stupni zátěže. Je nabádán k dodržování určitých zásad usnadňující uzdravení. Klientovi je přibližně popsán průběh hojení a návrat funkce. Informovanost pacienta napomáhá v terapii. Zpočátku terapie se může objevit zhoršení stavu (např. tuhost jizvy), což může způsobit negativní pohled na terapii, pokud o tom nebude klient informován (Hayes, 2002).

Terapie obvykle začíná hned po výkonu operace, kdy se ruka a zápěstí dlahuje. Celkový průběh terapie závisí na rychlosti hojení, na přítomnosti bolesti a na motivaci klienta. Žádná cvičení se nedělají přes bolest. Jakmile se začnou znovu objevovat symptomy, terapie se zvolní (Donachy, 2002, Stejskalová, 2011).

Terapie proti edému

Základem terapie proti otokům jsou elastické návleky, ledování, elevace horní končetiny, intermitentní svírání ruky v pěst pro stimulaci venózního a lymfatického toku. Pro zvýšení intersticiálního toku se také používají isometrické kontrakce. Cvičí se všechny hlavní svalové skupiny horní končetiny pro aktivaci svalové pumpy. Isometrická kontrakce je volena z důvodu pooperační omezené hybnosti v zápěstí. Přetrvávající edém vede k fibróze měkkých tkání, která způsobuje tuhost kloubů, a ke vzniku adheze, která omezuje normální pohyblivost *n. medianus* a šlach flexorů v KT. Pokud otok přetrvává, doporučuje se provádět aktivní ROM, manuální lymfodrenáž, kompresivní návleky, kontrastní koupele a vysokovoltážní galvanickou stimulaci. Tlak používaný během těchto procedur by měl být malý, aby nedošlo k omezení odtoku lymfy, který hraje základní roli v redukci edému (Hayes, 2002, Donachy, 2002).

Péče o jizvu

Péče o jizvu je zahájena co nejdříve. S bolestivou jizvou se velmi často setkáváme po operaci KT. Tuhá a nepoddajná jizva na dlani omezuje statiku a dynamiku ruky a provádění ADL. Péče o jizvu je zahájena přibližně tři dny po výkonu, kdy se provádí tlaková masáž přes dlahu. „Tlakování“ je prováděno do mírné bolestivosti pro zlepšení rychlosti hojení, odstranění otoku a lepší výživu tkáně. K ovlivnění jizvy se používají kompresivní návleky, které jsou používány proti otoku, ale

také formují jizevnatou tkáň. Po 10 dnech jsou odstraněny stehy. Lehká masáž jizvy a myofasciálního okolí může být zahájena 2-3 dny po odstranění stehů. Dále jsou užívány elastické rukavice a polštářky se silikonovým gelem - Silipos, které zlepšují kvalitu hojení jizvy. Na hojící se jizvu je doporučeno používat masážní olej s vitamínem E na zjemnění jizvy a k omezení adheze jizvy (Cooper, 2007, Donachy, 2002, Hayes, 2002).

Dlahování

Dlahování se provádí ihned po výkonu operace a obvykle trvá 2-3 týdny. Zápěstí se udržuje v neutrální pozici nebo v mírné extenzi. Během dlahování je zabráněno potencionálním komplikacím souvisejícím se špatně se hojící operační ránou, s přesunem *n. medianus* a šlach flexorů po protěti LCT. V poslední době se objevují názory, že zmíněné komplikace se vyskytují minimálně a že dlahování není potřebné. Nicméně krátkodobé dlahování je vhodné pro klienty, kteří mívají noční bolesti spojené s flekčním držením zápěstí, a pro klienty, kteří budou ruku pravděpodobně přetěžovat po návratu do zaměstnání (Cooper, 2007).

Aktivní pohyb

Aktivní cvičení začíná v prvních 24-48 hodinách po operaci k zajištění adekvátního klouzavého pohybu *n. medianus* a flexorové šlachy. Cvičení zahrnuje zvyšování rozsahu pohybu kloubu zápěstí - pohyb je veden do maximální extenze, kdy se maximálně protáhnou šlachy, maximální flexe zápěstí se cvičí s relaxovanými prsty pro snížení kompresivní síly na *n. medianus*. Dále se používají speciální cviky pro zajištění klouzavého pohybu flexorové šlachy a *n. medianus*. Všechna cvičení musí být přiměřená toleranci pacienta.

Pro napínací cvičení šlachy flexoru prstů se používají 3 různé pozice (Obrázková příloha č. 5). Ve výchozí pozici je ruka v neutrální pozici s nataženými prsty. V první pozici dochází k flexi prstů ruky (2. - 5.) v PIP (proximální interphalageální) a DIP (distální interphalangeální) kloubu, tzv. hákovitá pěst. V druhé pozici dojde k extenzi v DIP kloubu a ke flexi v MP (metatarzophalageální) kloubu, tzv. rovná pěst. A v poslední fázi se udělá flexe v DIP kloubu a vzniká tzv. plná pěst.

Neurodynamické cvičení pro *n. medianus* začíná z pozice, kdy je zápěstí v neutrální pozici a prsty i palec jsou ve flexi (Obrázková příloha č. 6). V druhé fázi dochází k extenzi prstů, palec a zápěstí je v neutrální pozici. V třetí pozici jsou prsty a zápěstí v extenzi, palec zůstává v neutrální pozici. Ve čtvrté fázi se prsty, zápěstí a palec dostávají do neutrální pozice. V páté fázi se předloktí dostává do supinace a v poslední fázi se palec jemně protáhne za použití druhé ruky.

Pokud je přítomna komprese *n. medianus* i v proximálních částech horní končetiny, doporučuje se cvičení celého brachiálního plexu (Obrázková příloha č. 7). Ve výchozí pozici je hlava v lateroflexi k postižené straně, prsty, zápěstí a loket ve flexi a ruka leží na prsou. V druhé fázi se hlava dostává do neutrální pozice. Dále dochází k postupnému natahování horní končetiny, kdy ruka klesá po hrudi dolů k pánvi, paže postupně přechází do abdukce. Paže je plně extendována v prstech, zápěstí a lokti. Palec ruky směřuje nahoru. Celá paže se zvedá do 90 stupňové abdukce. V poslední fázi se udělá lateroflexe hlavy na opačnou stranu.

Lehké zatěžování ruky je doporučováno hned po operaci. K návratu k běžným aktivitám dochází během 2. – 3. týdne. Posilovací cvičení je zahájeno v 3. týdnu po operaci, pokud se neobjevuje výrazná bolestivost a otok a rána je plně zhojená. První cvičení se týká isometrických kontrakcí všech svalových skupin ruky. Posilovací cviky jsou vybírány s ohledem na oslabené oblasti, zejména thenar a hypothenar, také je zvyšována kondice celé horní končetiny. Při posilování úchopových dovedností ruky je nutno brát ohled na vznikající kompresi *n. medianus* (Cooper, 2007, Hayes, 2002).

Elektroterapie

Během pooperační terapie karpálních tunelů se nejčastěji používá ultrazvuk a laser.

Terapeutický účinek ultrazvuku se využívá především pro zlepšení hojení jizvy po operaci. Jelikož se jizva nachází v blízkosti *n. medianus*, musí se ultrazvuk používat velice opatrně. Jedním z nežádoucích účinků je mechanické a termické poškození tkáně, zejména nervové. Jedná se především o periferní nervy ležící na kosti nebo blízko povrchu kůže, což je oblast volární strany zápěstí. Ultrazvuk zpomalí rychlost vedení

nervem a může ireverzibilně poškodit nervová vlákna. V dnešní době se o jeho aplikaci hodně debatuje (Poděbradský, 1998, Hayes, 2002).

Ultrazvuk je jednou z metod konzervativní terapie SKT. Předpokladem je, že se mechanické vlnění UZ přemění v teplo a tím dojde k většímu prokrvení oblasti KT a urychlí se hojení poškozené tkáně. Doporučení používat UZ jsou podložena pouze dvěma studiemi, proto je zde nízká úroveň důkazů o efektu (Ono, 2010).

Laser se využívá pro své biostimulační, protizánětlivé a analgetické účinky. Má hojivý účinek na jizvy, a to i na keloidní. Nemá negativní vliv na periferní nervy. Optimálně se používá laser typu GaAs. V akutním stadiu se aplikuje sonda, která je 0,5 cm od místa aplikace, frekvence 2 500 Hz, elektrická hustota 0,5 až 1,0 J/cm², step 1 minuta, každý den. V subakutní fázi je sonda v těsné blízkosti jizvy, frekvence je 5 000 Hz, elektrická hustota 2,0 až 3,0 J/cm², denně (Poděbradský, 1998).

Po operaci karpálního tunelu se často objevuje typická bolest, tzv. „pillar pain“. Lidé trpící touto bolestí mají často obtíže s úchopem a s nošením těžších předmětů v ruce. Etiologie bolesti není zcela jasná, domnívají se, že příčina může být ligamentózního nebo svalového původu, nebo následkem změny stavby karpálního oblouku. Obvykle bolestivost poklesne během 1 roku. Tato komplikace často oddálí návrat do práce. V terapii se doporučuje postupovat jako při zánětu, k zmírnění bolestivosti též přispívají gelové polštářky aplikované na iritované místo (Cooper, 2007, Hayes, 2002).

Trénink senzitivity

Během stimulace senzitivního systému se snažíme zapojit všechny formy taktilní a proprioceptivní aferentace. Pro trénink senzitivity jsou používány různé druhy podnětů. Patří mezi ně hlazení, kartáčování, poklepy, vibrace aj. Hranici intenzity stimulace volíme podle individuálních schopností klienta. Terapie se může kombinovat s tréninkem jemné motoriky - sestavování předmětů různé a stejné povrchové kvality. Metoda Perfettiho se zaměřuje na rozlišování různých povrchů a objektů. Americká ergoterapeutka a speciální pedagožka Jean Ayersová vyvinula metodu sensorické integrace pro děti. Jedna skupina poruch sensorické integrace se týká poruch taktilní

diskriminace a percepce. Terapie se zabývá zvýšením frekvence a trvání adaptačních odpovědí, zlepšení hrubé a jemné motoriky, zlepšení ADL atd. (Kolář, 2009).

Návrat do práce

Doba mezi operací a návratem do práce je různá. Záleží na době trvání příznaků, na průběhu operace, velikosti operační rány, tuhosti jizvy, na bolestivosti, motivaci a na specifických požadavcích při výkonu práce. Lidé se sedavým zaměstnáním, kde je minimální zátěž na ruce, se obvykle vrací do práce po 2-4 týdnech. S prodlouženou pracovní neschopností musí počítat lidé se zaměstnáním, kde je třeba provádět opakovaný pohyb v zápěstí a prstech, kde je usilovný úchop, kde je ruka zatížená vibracemi a těžká manuální práce. Tyto činnosti jsou spojené se vzrůstajícím tlakem v karpálním tunelu, který může být zodpovědný za návrat symptomů. Důležité je osvojení si všech napínacích a neurodynamických cvičení. Provádí se pracovní simulace a analýza pracovního místa. Snaha je odstranit co nejvíce rušivých elementů, doporučuje se nosit antivibrační rukavice, ergonomické nářadí, nastavitelné klávesnice, které minimalizují provokační pozici zápěstí (Hayes, 2002).

2.7 Senzitivní systém

Lidské tělo neustále přijímá velké množství informací z okolního prostředí i z prostředí vlastního těla. Senzitivní systém a jeho receptory jsou aferentním informačním systémem. Lidská aktivita je velmi závislá na nepřetržitém přívodu senzitivních impulzů. Senzitivní a motorický systém je vzájemně propojen. Komunikují spolu prostřednictvím svých neuronů na všech úrovních nervového systému. Informace ze senzitivního systému jsou součástí motorických adaptací a regulací (Ambler, 2004, Pfeiffer, 2007).

Aferentní senzitivní systém obsahuje více nervových vláken než systém eferentní, motorický. Některá senzitivní vlákna končí v nespecifických strukturách CNS (centrální nervový systém), zejména v retikulární formaci nebo v mozečku, nebo jsou součástí reflexních dějů na míšní úrovni (Ambler, 2004).

Senzitivní systém zahrnuje dvě hlavní modalitty - kožní citlivost a systém hlubokého cití. Mezi kožní cití zahrnujeme cití taktilní, termické a nociceptivní. Systém hlubokého cití neboli proriocepce, se rozděluje na vnímání polohy a pohybu jednotlivých částí těla (Kralíček, 2004).

2.7.1 Receptory povrchového cití

Receptory jsou citlivé na určitý druh energie (tzv. adekvátní stimulus), dle toho receptory dělíme na mechanoreceptory, termoreceptory, chemoreceptory a nociceptory (Ambler, 2004).

1. Mechanoreceptory (receptory taktilního cití): v lidské kůži existuje několik typů těchto receptorů, které reagují na různé kvality mechanického podnětu. Souhrnná aktivita všech podrážděných receptorů se v mozku spojuje v komplexní taktilní vjem. Z anatomického hlediska se jedná o volná nebo různě opouzdrěná nemyelinizovaná nervová zakončení aferentních vláken typu A β . Kožní mechanoreceptory se můžou dělit podle rychlosti jejich adaptace na pomalu nebo rychle adaptující taktilní receptory.

- **Merkelovy disky:** leží v epidermis (nejblíže povrchu kůže), reagují na dotek nebo lehký tlak, jedná se o pomalu adaptující receptory.

- **Meissnerova tělíska:** jsou uložena v každé papile koria (střední vrstva kůže), adekvátním podnětem je jemné mechanické chvění do frekvence 80 Hz, jedná se o rychle adaptující receptory. Největší koncentrace těchto tělísek je na rtech, špičce jazyka, genitálu, konečkách prstů a chodidlech. Weddell pozoroval rozmístění taktilních bodů v kůži člověka a zjistil, že Meissnerova tělíska se vyskytují pouze ve skupině. Spočítal, že v 1 mm² se nachází 10 takových skupinek Meissnerových tělísek. Předpokládá se, že lokalizace citlivosti je umožněná spoluprací několika receptorů a aferentních vláken. Proto vnímání doteku může být zvýšeno náborem aktivit několika individuálních receptorů.

Merkelovy disky a Meissnerova tělíska jsou nejvíce nakupená na bříškách prstů. Slouží k detailnímu taktilnímu popisu objektu, kdy Merkelovy disky vnímají kontury a Meissnerova tělíska vnímají povrch předmětu.

- **Ruffiniho tělíska:** nachází se v hlubokých vrstvách koria, reagují na napínání kůže, proto se předpokládá, že se podílí na propriocepci, jedná se o pomalu adaptující receptory.

- **Vater – Pacciniho tělíska:** leží v hlubších vrstvách pokožky, optimálním podnětem je vibrace o frekvenci 100-300 Hz, mají neobyčejně rychlou adaptaci. Tato tělíska jsou největší z kožních receptorů, je možné je pozorovat pouhým okem. Poprvé je identifikoval Lehmann v roce 1741 v dermis na konečkách prstů člověka, později v letech 1835-1840 je popsal Paccini.

Výše popsané receptory taktilního čítí se nachází na neochlupených i na ochlupených částech kůže. V ochlupených oblastech může být taktilní podnět vyvolán i ohnutím vlasu, či chlupu a tento podnět je detekován Merkelovými disky v zevní vrstvě vlasového folikulu. Taktilní receptory mají nerovnoměrné rozložení po těle. Vysoká hustota kožních receptorů je na špičce jazyka, na bříškách prstů a na rtech, nejmenší zastoupení mají na zádech a chodidlech. (Králíček, 2004, Monnier, 1975).

2. Termoreceptory: teplotu je možné vnímat prostřednictvím chladových receptorů (maximální aktivace při teplotách 10-30°C, paradoxně mohou být podrážděny teplotou nad 45°C) a tepelných receptorů (vnímají teplotu 40-45°C). Jedná se o volná nervová zakončení aferentních nervových vláken typu A δ a C (Králíček, 2004).
3. Nociceptory: jedná se opět o volná nervová zakončení aferentních nervových vláken typu A δ a C, neadaptují se.
 - **Mechanosenzitivní:** reagují na silný mechanický nebo ostrý podnět
 - **Termosenzitivní:** reagují na teplotu vyšší než 45°C nebo nižší než 10°C
 - **Polymodální:** jsou citlivé na všechny typy bolestivých podnětů (Králíček, 2004).

Z hlediska rychlosti vedení je důležitá myelinizace nervových vláken. Nejsilněji myelinizována jsou vlákna A α , která vedou informaci nejrychleji. Silně myelinizována jsou vlákna A β , slabě myelinizována jsou A δ a nemyelinizována jsou vlákna typu C, která vedou informaci nejpomaleji. Vlákna povrchové kožní citlivosti probíhají

v kožních senzitivních a smíšených motoricko-sezitivních nervech. Ambler popisuje, že některé patologické stavy mohou způsobit poškození nervových vláken v závislosti na stupni myelinizace. Např. při mechanické kompresi nebo ischemii jsou více poškozena vlákna silně myelinizována, zejména motorická, tím může vzniknout paréza bez poruchy citlivosti (Ambler, 2004).

2.7.2 Taktilní citlivost - funkční vlastnosti taktilních receptorů

Aby receptory taktilního čítí mohli reagovat, musí být stimulovány určitým prahovým podnětem. Práh taktilního vnímání závisí na mnoha faktorech: individuální variabilita, emoce, kožní teplota, rychlost aplikace a velikost stimulu, velikost předchozího stimulu a mnoho jiných faktorů. Každá modalita taktilní citlivosti má svůj vlastní práh dráždění. Jednotlivé modalita se však navzájem ovlivňují. Průměrný práh taktilní citlivosti je vyšší než u ostatních smyslů. Absolutní práh vyjadřuje minimální množství energie adekvátního podnětu, který je vnímán. Energie je vyjadřována v jednotkách ERG a její hodnota pro absolutní práh je 2×10^{-2} ERG.

Mezi funkce taktilní citlivosti patří:

- Topognozie - informuje o lokalizaci stimulu, ale také o kvalitě a intenzitě stimulu.
- Dvoubodová diskriminace - je schopnost vnímat při současné aplikaci dvou bodů v dostatečné vzdálenosti na povrch kůže jako dva oddělené body kontaktu, při postupném snižování této vzdálenosti se rozlišovací schopnost zhoršuje a v určitém stupni jsou dva body vnímány jako jeden. Nejmenší vzdálenost bodů vnímaných odděleně se nazývá dvoubodový práh. Vzdálenost dvou taktilních bodů vnímaných odděleně je menší než pro vnímání tepelných a chladových stimulů. Velikost prahu je závislá na hustotě senzitivních jednotek. Weddel vedl pozorování u opic a určil rozměr velikosti receptivního pole, který poskytuje aferentní větev jednomu senzorickeému vláknu. Na dorsální straně ruky je to 7,5 mm a na palmární straně palce pouze 1,5 mm. Tyto hodnoty jsou shodné s lidskými. Weber popisuje teorii, kde mezi stimulaujícími dvěma body leží body nestimulované. Dva body jsou tudíž odlišitelné, dokud jsou mezi nimi body nestimulované. Tato teorie je poněkud

zjednodušená. Jiná teorie mluví o tom, že vlákno k zadnímu kořenu nevede striktně z jedné oblasti, ale v každé části těla je rozsáhlá překrývající síť aference, která vytváří variantní vlákna.

- Stereognozie - schopnost poznat trojrozměrný předmět vložený do ruky. Pro vyšetření se nejčastěji používá hranol, balónek a mince. Patří sem schopnost detekce psaní na kůži - grafestézie. Metodu analýzy prostorové aspekce vytvořil Foerster. Při zavřených očích je člověku kresleno po kůži tupým předmětem. Běžná populace je schopna dobře detekovat písmena, jednoduché obrazce nebo čísla.

Dotek neslouží pouze k lokalizaci kontaktního stimulu a tlaku, ale umožňuje diskriminovat mezi dvěma stimuly různé intenzity, diferencuje dva stimuly v čase a prostoru, a také rozeznává velikost, tvar a druh předmětu, který je v kontaktu s povrchem těla (Monnier, 1975).

2.7.3 Senzitivní dysfunkce

Při dysfunkci senzitivního nervu můžeme pozorovat dva typy senzitivních symptomů - pozitivní a negativní.

Negativní symptomy představují ztrátu funkce senzitivního systému, a to buď ztrátou axonu, nebo poruchou vedení. Patří sem hypestezie, snížené vnímání určité kvality, a anestézie, úplná ztráta vnímání určité modality. Omezení vedení vzruchu může porušit strukturu vzorce určité informace, což je nepříznivé pro vibrační a diskriminační čítí, nebo pro vnímání tepla.

Pozitivní symptomy se manifestují jako subjektivní symptomy, někdy i jako objektivní symptomy. Můžou vzniknout následkem abnormálních generovaných ektopických impulzů, které se vyvolají ischemií, hypokalcemií nebo poškozením nervu. Mezi pozitivní symptomy patří dysestézie, parestézie, hyperestézie, alloestézie, allodynie nebo bolest (Ambler, 2004).

2.7.4 Vyšetřování citlivosti

„*Vyšetření citlivosti patří k nejnáročnějším částem neurologického vyšetření*“ (Ambler, 2004, s. 181). Vyžaduje plnou spolupráci klienta. Je založeno na subjektivním hodnocení klienta. Vznik subjektivních příznaků je ověřován kontrolou anatomických a fyziologických změn. Z toho vyplývá, že poruchu citlivosti nelze vnímat pouze za poruchu funkce subjektivní, ale i do určité míry za poruchu objektivní. Objektivně lze dobře ohodnotit celistvost aferentních drah, ale poruchu centrálního původu můžeme hodnotit pouze psychofyzickým testováním, které vyžaduje plnou spolupráci klienta. Během vyšetřování může vzniknout neshoda mezi objektivními a subjektivními příznaky. Může se objevit situace, kdy za přítomnosti subjektivních příznaků není patrný objektivní nález, nebo méně často je nalezen objektivní nález bez subjektivních příznaků (Ambler, 2004).

V anamnéze se zabýváme přesným popisem senzitivních symptomů, jejich charakterem, lokalizací, trváním či průběhem, zda je znám původce potíží nebo kdy se symptomy zhoršují. Detailní popis subjektivních symptomů pomůže lépe určit lokalizaci léze a možnou etiologii. Klient obvykle snáze popisuje pozitivní symptomy. Např. porucha propiocepce může zůstat skrytá, jelikož nebývá subjektivně vnímána, ale klient si může stěžovat na poruchu motoriky. Během hodnocení citlivosti je velice nápomocné tzv. mapování, kdy se mapuje oblast dysfunkce citlivosti, než se provádějí specifické testy. Klient a terapeut si vytvoří mapy testovaných oblastí, nejčastěji dlaní, kam zaznamenávají své výsledky. Používá se sonda s tupým koncem, kterou se lehce kreslí po pokožce. Obvykle se začíná v oblasti s normální citlivostí a pokračuje se do míst, kde je očekávána patologie. Klient má reagovat v okamžiku náhlé změny citlivosti. Oblast se označí a pokračuje v dalším mapování z jiného směru. Mapování je ukončeno, když je oblast dysfunkce ohraničená. Výsledky se zaznamenávají a uchovávají pro možné budoucí porovnání. Tato metoda může být přínosem po reinervaci určité oblasti, kdy se velikost původní oblasti dysfunkce zmenšuje (Ambler, 2004, Callahan, 2002).

2.7.4.1 Testování citlivosti

Povrchovou taktilní citlivost není jednoduché vnímat. Jedná se o složitý a celistvý systém, kdy provedení jednoho jednoduchého testu nám nedá jasnou informaci o patologii. Informace je třeba sbírat během různého testování a vyšetřování, získané výsledky pak opatrně spojovat s potřebami a problémy klienta (Bell-Krotoski, 1995).

Testování můžeme rozdělit podle základních modalit.

1. Dotek - za pomoci smotku vaty nebo štětečku se přejíždí po pokožce a klient interpretuje, zda dotek cítí. V místech s hrubou pokožkou je třeba použití intenzivnějšího podnětu. Lépe se reaguje na pohybující stimul než na statický kontakt. Pro kvantitativní hodnocení taktilního prahu se používá Semmesových-Weinsteinových filament.
2. Bolest - jednoduše se vyšetřuje píchnutím špendlíkem, pro ověření se test opakuje s tupým předmětem, zda je klient schopen rozlišit bolestivou stimulaci od taktilní. Pro určení prahu bolesti se používá algometr.
3. Hluboký tlak a bolest - je vyšetřován tlakem tupého předmětu nebo sevřením.
4. Teplota a chlad - k hrubému ohraničení poruchy termické citlivosti se používají dvě zkumavky nebo Erlenmayerovy baňky s teplou a studenou vodou. K testování se používají teploty 10 a 45 °C, které jsou hraniční pro termickou citlivost. Nádobky jsou přikládány na pokožku a klient nás informuje, zda vnímá objekt méně teplý nebo studený v porovnání s nepostiženou oblastí. Pro kvantifikaci poruchy termické citlivosti se používá test termického prahu za použití termosondy. Zároveň se hodnotí práh bolesti vyvolaný teplem.
5. Propriocepce - je vyšetřována polohocitem (statestézií) a pohybecitem (kinestézií). Polohocit vyšetřujeme změnou pasivní polohy končetiny při zavřených očích klienta, který pak musí opačnou končetinu nastavit do stejné polohy, nebo stejnou končetinou polohu zopakovat. Pohybecit se obvykle vyšetřuje na prstech, kdy je klient dotazován, zda vnímá pohyb v kloubu a jakým směrem. Při poruše propriocepce bývají přítomny mimovolní pohyby, senzitivní ataxie a pozitivní Rombergův příznak.
6. Vibrace - je schopnost vnímat sinusoidní rytmus. K vyšetření se používá ladička C128 Hz. Ladička se rozkmitá poklepem na vidlice a pak se přikládá na kost a

hodnotí se schopnost vnímat vibraci a délka vnímání vibrace. Pro kvantifikativní hodnocení prahu vibrační citlivosti se používá graduovaná ladička.

7. Vyšetření diskriminační citlivosti - hodnotí se dvoubodová taktilní diskriminace, kožní lokalizace (topognozie), čtení obrazců na kůži (grafestézie) a určení povrchu, velikosti a tvaru předmětu (stereognozie). Test dvojité simultánní stimulace hodnotí oboustranné vnímání současné stimulace (Ambler, 2004).

Senzitivní testy se můžou rozdělit do 4 kategorií podle charakteru testování.

1. Prahové testy - hledají nejnižší stupeň stimulu, který je vnímám klientem. Patří sem vyšetření pro bolest, teplo, chlad, dotek a vibraci. Pro stanovení tlakového prahu dotyku se používá Semmes-Weinsteinův tlakový eteziometr a automatický tlakový testr. Dellonův Pressure- Specified- Sensory- Device je přístroj pro měření prahu tlaku statického a pohybujícího se jednoho bodu, pro měření vzdálenosti detekce dvou bodů, práh tlaku pro detekci dvou bodů.
2. Funkční testy - hodnotí vliv poruchy citlivosti na funkci dané části těla. Porucha citlivosti představuje poruchu na hrubé úrovni, ale i jemného diskriminačního cití. Ovlivňuje hrubou motoriku, ale i jemnou. Omezuje aktivity běžného dne. Obecně řečeno porucha citlivosti způsobuje taktilní gnózi. Hodnocení těchto funkcí vyžaduje vyšší stupeň senzitivního zpracování než prahové testy. Zahrnuje klasický dvoubodový diskriminační test statický a dynamický, kožní lokalizaci, Morbergův pick-up test a jiné testy na gnózi. Během vyšetřování se raději vyžaduje používání mobilního stimulu, protože dotek je také aktivní děj a průzkumný proces. Vnímavost ruky lze přesněji hodnotit, když může zkoumaným předmětem aktivně manipulovat a detekovat. Jiné testy se zabývají hodnocením aktivit běžného dne, pracovními simulacemi a hodnocením chladové nesnášenlivosti.
3. Objektivní testy - nevyžadují aktivní spolupráci a interpretaci klienta. Patří sem Ninhydrinův sweet test, testy na sudomotorické funkce, nervové vedení, komprese (zmáčknutí).
4. Provokační a stresové testy - jsou navrženy pro podráždění skrytých sensorů a zvýšení intenzity symptomů. Těchto testů se využívá u klientů majících

intermitentní příznaky, nebo příznaky vyvolané provokační polohou nebo aktivitou. Provokační polohou např. u syndromu karpálního tunelu je extrémní flexe nebo extenze. Gillenson podporuje používání filament pro stanovení stresového prahu. Nejprve použije vlákno v neutrální pozici, pak při extrémní poloze (např. zápěstí v maximální aktivní flexi nebo extenzi). Pokud není přítomna patologie, citlivost by měla být nezměněná (Callahan, 2002).

2.7.4.2 Test dvoubodové diskriminace (two point discrimination test)

Weberův dvoubodový test diskriminačního cití má dlouhodobé zastoupení v testování povrchové citlivosti. Dvoubodovou diskriminaci (TPD) můžeme testovat staticky a dynamicky (Bell- Krotoski, 1995).

Statický dvoubodový diskriminační test je klasickým funkčním testem. Vztahuje se k schopnosti používat ruku v jemné motorice. Moberg vyzoroval, že určité hranice TPD jsou nutné pro manipulaci s předměty. Např. 6 mm je nutné pro natahování hodinek, 6-8 mm pro šití, 12 mm pro používání drobných nástrojů a 15 mm pro větší nástroje (Callahan, 2002).

Předmět používaný k vyšetření TPD by měl být lehký a měl by mít tupé testující konce. V USA je používán Disk-kriminator a Boleyovo měřítko (Obrázková příloha č. 8). V naší zemi je spíše známo Weberovo kružítko. Během testování by měl být klient v klidném prostředí a testovaná končetina by měla být podepřená. Obvykle se testují pouze konečky prstů, protože jsou nejdůležitější pro taktilní vnímání povrchů a předmětů. Testování začíná na 5 mm vzdálenosti dvou bodů. Body se aplikují lehce v náhodné sekvenci a podélné orientaci. Častou chybou je silná aplikace. Je testována jemná diskriminace, proto by se body měly přikládat malou silou, kdy v místě kontaktu dojde k zblednutí kůže. Klient má zavřené oči a odpovídá, kolik bodů cítí na svém prstě. Pro stanovení konečné hodnoty je nutné, aby 7 z 10 odpovědí bylo stejných pro jednu hodnotu. Testování se zastavuje na hodnotě 15 mm, i když jsou odpovědi stále nepřesné. Byla vytvořena norma měření. Za normální hodnotu diskriminace je považována vzdálenost menší než 6 mm, mezi 6-10 mm za uspokojivou, 11-15 mm je nevyhovující. Pokud klient vnímá vždy jeden bod, jeho diskriminační schopnost je

hodnocená jako ochranná. Pokud necítí žádný bod, testované místo je necitlivé (Callahan, 2002).

Dynamický dvoubodový test diskriminace byl navržen Dellonem. Protože citlivost konečků prstů je závislá na pohybu, stimul pro testování TPD by měl být pohyblivý. Testování začíná na 8 mm vzdálenosti dvou bodů. Testuje se pomocí přístroje, který se pohybuje od proximální části konečku prstu k distální paralelně k podélné ose prstu. Intenzita tlaku je taková, že ji je klient schopný vnímat. Opět se vyžaduje 7 z 10 odpovědí stejných před tím, než je vzdálenost snížena. Testování je ukončeno na 2 mm vzdálenosti, která reprezentuje normální mobilní TPD. Dellon říká, že při nervovém postižení se mobilní TPD zlepšuje dříve než statická TPD (Callahan, 2002).

2.7.4.3 Různé názory na testování TPD

V posledních letech se hodně autorů zajímá o jiný druh testování citlivosti, než je test TPD. Při testování TPD se získává málo odpovědí na mnohé problémy klienta důležitých pro celkové zhodnocení stavu. Objevují se případy, kdy je pomocí TPD testu diagnostikována normální citlivost, ale klient měl stále klinické obtíže. Po tzv. mapování bylo zjištěno, že v průběhu času se u něj vyskytuje stále stejná oblast s poruchou citlivosti, která nebyla odhalena pomocí TPD testu. V roce 1960 bylo zjištěno u některých klientů po nervové kompresi normální TPD, ale měli abnormální monofilamentový test. Gelberman a Szabo vytvořili skupinu lidí s experimentálně vyvolanou kompresí. Objevili, že u takto vyvolané komprese je normální TPD, i když je značný pokles v nervovém vedení senzitivních vláken. V minulosti byl TPD test považován za objektivní, protože jeho výsledky lze zaznamenávat číselně. Ale v klinickém používání tohoto testu bylo zjištěno několik subjektivních parametrů. Během testování byla zjištěna značná variabilita v síle a rychlosti aplikace mezi vyšetřovateli. Je rozdíl, když někdo aplikuje body silou 37g nebo 19g. Reprodukovatelnost konzistentní aplikační síly 1 nebo 2 bodů na stejné místo prstu byla shledána velmi obtížná, i když bylo pro kontrolu použito zbělání v místě aplikace. Také bylo testováno, při jaké síle se objeví zmíněné zbělání prstu a výsledky ukázaly, že na každém prstě je pro zbělání potřeba různě velká síla. Statická TPD je považována za

vyšetření citlivosti pomalou frekvencí stimulu. Pokud je stimulace hodně pomalá, dochází k adaptaci receptorů konečků prstů. La Motte říká, že pomalu adaptující receptory mohou být citlivé k vysoké frekvenci stimulu a rychle adaptující mohou odpovídat na pomalou frekvenci (Bell- Krotoski, 1995).

2.7.4.4 Jiné testy taktilní citlivosti

- Topognozie = lokalizace doteku - schopnost lokalizace prezentuje vysoký stupeň percepce než jednoduché poznávání stimulu. Schopnost lokalizace byla objevena Weinsteinem. Je považován za funkční test. Tento test je vhodné dělat u zhojeného nervu. Porucha lokalizace se objevuje právě během hojení poškozeného nervu a limituje funkci inervovaného orgánu. Ke stimulaci jsou používána průměrná Semmes Weinstein monofilamenta, která jsou vnímána v celé oblasti dysfunkce. Během vyšetření se používá jeden typ vlákna. Podle vyšetřované ruky se udělá mapa s mřížkou, do které se zaznamenávají výsledky. Do jednotlivých okének se aplikuje vlákno a klient je instruován k otevření očí v okamžiku, kdy ucítí dotek filamenta a přesně ukáže místo kontaktu. Pokud je odpověď klienta přesná, bod je zaznamenám do mapy. Pokud klient bod nepřesně lokalizuje, je do mapy nakreslená šipka od místa stimulu do místa lokalizace klientem. Každá zóna je stimulována jednou. Záznam vyšetření pak slouží k porovnání s dalšími měřeními (Callahan, 2002).

- Moberg pickup test - je další funkční test, který zaznamenává motorickou aktivitu a je vhodný při lézi *n. medianus* nebo při společné lézi *n. medianus* a *ulnaris*. Jsou vybrány předměty každodenně používané. Jsou položeny před klientem na stole a on má za úkol je zvednout postiženou rukou a dát do krabičky v co nejkratší době. Test se opakuje s druhou rukou. Nakonec se provede vše znovu se zavřenýma očima. Vyšetřující stopuje čas a zapisuje, jaký předmět uchopuje a které prsty používá. Norma pro tento test není stanovená. Pro porovnání slouží vyšetření nekomprimované končetiny (Callahan, 2002).

- Vibrační test - hodně stávajících fyziologických studií popisovalo, že vibrace jako oddělený vjem neexistuje. Nyní se vibrační test považuje za prahový test citlivosti. Přístroje pro vyšetření vibračního testu jsou aplikovány ručně, zejména pak ladička. Mají také problém s malou kontrolou použité síly. Hodně komerčně prodávaných

přístrojů fixují frekvenci stimulu, může se ovlivnit pouze intenzita stimulu. Přístroj s fixní intenzitou a variantní frekvencí se nenabízí. Objevuje se novější přístroj, který poskytuje selektivní kontrolu frekvence a kontrolu síly aplikovaného stimulu. Vnímání vibrace bývá poškozeno při společné lézi několika nervů, lézi zadních provazců, mediálního lemnisku a thalamu (Ambler, 2004, Bell- Krotoski, 1995).

- Semmes Weinstein monofilaments test - je jeden z nejvíce objektivních testů pro hodnocení citlivosti. Obvykle se používá na ruce a horní končetině, ale může být použit i na jiných místech těla. Jsou používána filamenta různých velikostí. Měří se práh lehkého tlakového dotyku. Filamenta jsou aplikována na kůži takovou silou, dokud nedojde k jejich ohnutí. Klient pak reaguje, jestli podnět vnímal. Pokud jsou filamenta hodně ohnutá, je použitá síla menší než požadovaný práh. Používá se i přístrojové měření. Stimulace musí být dostatečně dlouhá pro stimulaci pomalu i rychle se adaptujících receptorů (Bell- Krotoski, 1995).

Objevují se případy komprese periferního nervu, u kterých jsou provedeny testy na citlivost bez jasného výsledku, někdy s normálním výsledkem. Literatura se zmiňuje o některých těchto případech. Např. klient by měl být testován v době, kdy jsou přítomny symptomy komprese. Výsledky testování závisí na aktuálním stavu klienta, zda se dobře vyspal, jestli měl dlouhý spánek, zda obvyklé domácí stereotypy probíhaly normálně nebo došlo k nějaké velké změně, nebo jestli přichází po práci, která byla náročná. Testování citlivosti je neocenitelné při evaluaci periferního nervu (Bell- Krotoski, 1995).

3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je zhodnotit efektivitu operační léčby syndromu karpálního tunelu. Efektivita operace se může hodnotit z mnoha pohledů. U syndromu karpálního tunelu se po operaci nejčastěji hodnotí vymizení příznaků syndromu, jako je pocit brnění, pálení a mravenčení v inervační oblasti *n. medianus*, vymizení těchto příznaků během spánku, celková úleva a postupné snižování atrofie thenaru, pokud je přítomna. Efekt operace se tedy nejčastěji hodnotí ze subjektivního pohledu operovaného člověka. Nejvíce objektivní metoda používaná při syndromu karpálního tunelu je EMG vyšetření, ale po operaci není běžně prováděná. Obvykle se provádí v případech, kdy po operaci nedojde k úlevě od symptomů. V rámci své diplomové práce jsem se rozhodla zhodnotit efektivnost operace na základě testování citlivosti ruky. Citlivost ruky se může hodnotit několika různými testy. Zvolila jsem test dvoubodové diskriminace.

Úkolem mé práce bylo vytvořit výzkum, který hodnotil efektivnost operace syndromu karpálního tunelu na základě výsledků získaných z měření diskriminačního čítí. Výzkum byl tvořen skupinou probandů, kteří měli na základě EMG vyšetření diagnostikován syndrom karpálního tunelu. Výzkum spočíval v měření diskriminačního čítí na určitých políčkách ruky před operací a 3 měsíce po operaci karpálního tunelu. Testovací políčka jsem umístila podle nervové inervace.

Na začátku výzkumu jsem si stanovila několik hypotéz.

1. Během prvního měření (před operací) jsem očekávala, že políčko inervované *n. medianus* bude mít horší výsledek na ruce operované než na ruce neoperované.
2. Vzhledem k rozmístění políček, kdy políčko pro *n. ulnaris* leží na konečku prstu malíku palmárně, pro *n. medianus* na středním článku ukazováku palmárně a pro *n. radialis* na prvním článku ukazováku z dorzální strany, jsem předpokládala, že nejnižší hodnoty (tedy nejlepší) diskriminačního čítí budou na špičce malíku, pak na druhém článku prstu a nejvyšší hodnoty na dorzální straně prvního článku ukazováku.
3. Po provedení operačního uvolnění komprese *n. medianus* a po tříměsíční regeneraci jsem očekávala, že dojde k zlepšení diskriminačního čítí právě v políčku s inervací *n. medianus* a u zbylých dvou změna nenastane.

4. Rozmístění políček jsem volila také z důvodu zhodnocení, zda SKT může ovlivnit oblasti ruky mimo inervaci *n. medianus*. Očekávala jsem, že oblasti s inervací *n. ulnaris a radialis* nebudou mít diskriminační cití poškozeno.

5. Během měření po operaci jsem se lidí dotazovala, zda po operaci proběhla fyzioterapeutická léčba. U probandů, kteří měli fyzioterapeutickou léčbu, jsem očekávala lepší výsledky než u probandů bez následné fyzioterapie. Fyzioterapie se týkala provádění technik měkkých tkání, vířivky, LTV a laseru v počtu 6 terapií.

4 METODIKA PRÁCE

Výzkum patří mezi primární klinické studie. Primární studie, základ většiny výzkumů publikovaných v lékařských časopisech, obvykle spadají do jedné ze tří kategorií. Tento projekt spadá do kategorie průzkumů. Jde o výzkum srovnávací a srovnání provádím v rámci jedné osoby (Greenhalg, 2003).

4.1 Charakteristika souboru

Výběr probandů byl záměrný. Soubor obsahuje 24 probandů ve věku 29-84 let. Nezaměřuji se na rozdíly diskriminačního čítí u lidí dle různého věku a pohlaví, proto je výzkumná skupina tak široká. Skupinu tvoří 24 pacientů FNKV v Praze s diagnózou syndromu karpálního tunelu, kteří jsou před operačním zásahem. Byli indikováni k operaci na základě EMG vyšetření a klinického nálezu. Skupinu tvoří probandi různé etiologie SKT. Ve skupině se objevuje případ periferní neuropatie (diabetes mellitus) a revmatoidní artritidy. Lidé s akutním traumatem v oblasti karpálního tunelu do výzkumu nebyli zahrnuti. Skupina je složena z 21 žen a 3 mužů. Věk žen se pohybuje od 33 do 84 let, nejvíce žen je ve věku mezi 53 a 67 let, průměrný věk skupiny žen je 59,5. Muži ve skupině jsou ve věku 67, 66 a 46 let, průměrný věk je 60 let. Ve skupině je 23 lidí s dominantní pravou horní končetinou a jeden má dominantní levou horní končetinu. Operace byla provedena v 15 případech na dominantních končetinách a v 9 případech na nedominantních končetinách. V 19 případech se vyskytoval oboustranný syndrom karpálního tunelu, z toho 8 případů mělo již jeden karpální tunel odoperovaný a v 11 případech byla naplánována operace zápěstí s horším EMG nálezem. Ve skupině je 13 probandů, kteří podstoupili pooperační fyzioterapeutickou léčbu. Fyzioterapeutickou léčbu indikovali osobní ošetřující lékaři pacientů. Tento výběr nebyl zaslepený a nebylo možné ho ovlivnit.

Kontrolní skupiny jsou dvě. První kontrolní skupina obsahovala 3 probandy, kteří byli také indikováni k operaci syndromu karpálního tunelu. Test diskriminačního čítí byl u této skupiny proveden dvakrát, nejprve jsem měřila osobně a po krátké pouze test zopakovala jiná fyzioterapeutka. Kontrolní měření jinou fyzioterapeutkou bylo provedeno pro zhodnocení validity mého měření. Skupina obsahuje 2 ženy a 1 muže. Druhou kontrolní skupinu tvořili opět 3 probandi - 2 ženy a 1 muž, bez klinických

příznaků syndromu karpálního tunelu, všichni měli dominantní pravou ruku. Test diskriminačního čítí byl u této skupiny proveden jednou pro získání hodnot diskriminačního čítí ruky bez komprese *n. medianus*.

4.2 Použité metody

Hodnotící metodou diskriminačního čítí byl jednoduchý test. Testoval se pomocí Weberova kružítko (Obrázková příloha č. 9). K vyšetřování jsem používala kružítko, které jsem přestavěla dle vzoru Weberova kružítko. Původně jsem se snažila opatřit si originál, ale již se nevyrábí. Na ramenech se nachází kovové hroty stejně tupé. V cizině se obvykle používá nástroj, který má hroty tupé asi jako kancelářské sponky. Moje kružítko má hroty o něco ostřejší. Použila jsem klasické kružítko používané v geometrii. Podle hrotu na kružítku jsem si nechala vyrobit stejně tupý hrot, který jsem zasadila do kružítko místo tuhy. K určování vzdáleností jsem použila jednoduché pravítko.

Na vybraná políčka ruky jsem přikládala jeden nebo dva hroty o dané vzdálenosti (Obrázková příloha č. 11). Hodnotila jsem schopnost probanda rozlišit počet přiložených bodů, kdy byl schopen vnímat dva body odděleně a kdy mu dva body splynuly v jeden. Testování probíhalo za vyloučení kontroly zrakem (Obrázková příloha č. 10). Hroty jsem přikládala v různých vzdálenostech, záměrně jsem postupně nesnižovala jejich vzdálenost. Hodnotícím kritériem byla naměřená vzdálenost dvou bodů, kdy proband vnímal dva body jako jeden nebo mu splynuly v jeden.

Test jsem prováděla na operované i neoperované ruce na třech různých místech ruky rozmístěných podle senzitivní inervace *n. medianus*, *ulnaris* a *radialis*. Vybrala jsem si 3 oblasti s různou nervovou inervací na prstech ruky, kdy pole č. 1 je na posledním článku malíku z palmární strany (*n. ulnaris*), pole č. 2 je na prostředním článku ukazováku z palmární strany (*n. medianus*) a pole č. 3 je na prvním článku ukazováku z dorzální strany (*n. radialis*). Snažila jsem se zvolit políčka taková, která neleží na hranici mezi dvěma různými inervacemi, viz obrázková příloha (Obrázková příloha č. 2, 3, 4). Diskriminační čítí se obvykle testuje na konečcích prstů. Já jsem se rozhodla otestovat i jiná místa na prstě, zajímal mě rozdíl v citlivosti mezi dorzální a palmární stranou a mezi jednotlivými články prstů.

4.3 Sběr dat

Pro vytvoření dostatečně velké skupiny probandů se syndromem karpálního tunelu bylo nutné kontaktovat nemocnici s oddělením plastické chirurgie. Zvolila jsem FNKV v Praze, kde jsem měla kontakty z předchozího studia. Bylo nutné vyřídit všechny potřebné souhlasy a smlouvu mezi nemocnicí a naší fakultou, abych mohla pracovat na vybraných pacientech. Pacienty jsem předem seznámila s podstatou a cílem mého výzkumu. Požádala jsem o písemný souhlas (příloha č. 2.) a poprosila je, jestli by byli ochotní se sejít po 3 měsících na druhé měření. První kontrolní skupinu jsem vybírala stejným způsobem, proběhlo pouze jedno měření. Do kontrolní skupiny bez klinických příznaků syndromu karpálního tunelu jsem zařadila probandy z běžné populace různé pracovní profese. Též jsem žádala o informovaný souhlas. Můj výzkum byl schválen etickou komisí pod číslem 0165/2010 (příloha č. 1).

První data jsem začala sbírat v průběhu léta a podzimu 2010, kdy jsem pravidelně docházela na kliniku plastické chirurgie. Měření jsem prováděla vždy ráno před plánovanou operací. Pro každého probanda jsem použila formulář, kam jsem zaznamenala naměřené hodnoty (příloha č. 3, 4, 5). Od listopadu 2010 do ledna 2011 probíhalo druhé měření. S každým probandem jsem se individuálně domluvila na schůzce, která většinou probíhala v jejich domácnosti. Získané hodnoty jsem opět zaznamenala do formuláře, který jsem použila při prvním měření.

5 ANALÝZA DAT A VÝSLEDKY

K analýze výsledků výzkumu jsem použila několik statistických metod. Skupina probandů je složená z lidí se stejným syndromem. Byla provedena 2 měření stejných parametrů, z nichž byla získána párová data.

Studie obsahující párová data se mohou zabývat pacienty, kteří jsou párováni s ohledem na nějakou charakteristiku, o které se soudí, že může mít vliv na výsledek studie. Podobně by párování mohlo být tzv. sebpárováním, které by se týkalo skupiny pacientů sledovaných ve dvou časových úsecích, mezi nimiž by proběhla nějaká léčba (Zvárová, 1998).

V některých případech jsem použila párový t test. Je to parametrická metoda, zabývá se hodnocením průměrů rozdílů, při čemž hodnoty jsou normálně rozloženy na křivce grafu (Zvárová, 1998).

Dále jsem použila i neparametrické testy - Wilcoxonův párový test a Mannův-Whitneyův. Neparametrické testy jsou používány v případě, že hodnoty rozdílů měřených parametrů nejsou normálně rozloženy (lze pozorovat na grafech), zabývají se mediánem rozdílů. Tyto testy se často používají na zjišťování dat, u kterých se lehce určí uspořádání hodnoty, pořadí nebo četnost (Zvárová, 1998).

Pro nepárová hodnocení jsem použila t test (dvouvýběrový), který je založen na předpokladu, že každý soubor pozorování je výběrem s normálním rozdělením a že rozptyly těchto dvou skupin jsou shodné (Zvárová, 1998).

Výsledky testování byly hodnoceny pomocí statistického programu SigmaPlot 9.01 se SigmaStat 3.1 integration.

Do výzkumu byly použity hodnoty 23 probandů z původních 24. Výsledky probanda č. 3 nebylo možné použít pro statistické výpočty, protože u prvního měření byla na poli č. 2 zjištěna necitlivost, tedy neměřitelná hodnota. Proto dále s hodnotami probanda č. 3 nepracuji. Při druhém měření byla dvoubodová diskriminace naměřená. Hodnoty probanda č. 3 jsou uvedeny v tabulkové příloze (tabulka č. 8).

5.1 Hodnoty diskriminačního čítí

V 1. bodě jsem porovnávala průměrné hodnoty jednotlivých políček na operované a neoperované ruce při 1. měření (před operací) a při 2. měření (3 měsíce po operaci). U všech hodnot jsem spočítala směrodatnou odchylku.

testovaná pole č. 1	1. MĚŘENÍ		2. MĚŘENÍ	
	operovaná	neoperovaná	operovaná	neoperovaná
počet	23	23	23	23
průměrná hodnota	4,17	5,39	4,13	4,96
směrodatná odchylka	1,7	3,75	1,29	3,54

testovaná pole č. 2	1. MĚŘENÍ		2. MĚŘENÍ	
	operovaná	neoperovaná	operovaná	neoperovaná
počet	23	23	23	23
průměrná hodnota	6,83	5,87	4,96	5,04
směrodatná odchylka	2,67	2,44	2,18	1,74

testovaná pole č. 3	1. MĚŘENÍ		2. MĚŘENÍ	
	operovaná	neoperovaná	operovaná	neoperovaná
počet	23	23	23	23
průměrná hodnota	11,57	12,22	11,04	11,87
směrodatná odchylka	3,69	4,72	3,02	4,12

5.2 Hodnoty diskriminačního čítí před a po operaci

V 2. bodě jsem porovnávala průměrné hodnoty jednotlivých políček na operované ruce před operací a po operaci. Výsledky jsem hodnotila pomocí Wilcoxonova testu a pomocí párového t testu.

POLE	TEST	HODNOTA P	SIGNIFIKANTNÍ
1	párový t test	0,852	NE
2	Wilcoxon	0,001	ANO
3	Wilcoxon	0,265	NE

Signifikantní výsledek byl prokázán u pole č. 2, tedy na políčku inervovaném *n. medianus*. Výsledky na poli č. 1 a 3 byly určeny jako nesignifikantní.

V tabulkové příloze jsou tabulky s veškerými naměřenými hodnotami jednotlivých políček, rozdíly hodnot před a po operaci v rámci jednotlivých políček,

spočítané průměrné hodnoty políček a směrodatné odchyly. Uvedeny jsou hodnoty operované i neoperované ruky (tabulka č. 1, 2, 3.).

5.3 Rozdíl hodnot diskriminačního čítí pole č. 2

Od 3. bodu jsem hodnotila pouze pole č. 2 (inervace *n. medianus*). Porovnávala jsem rozdíly hodnot diskriminačního čítí pole č. 2 před operací a po operaci na operované a neoperované ruce. Spočítala jsem průměry rozdílů a jejich směrodatnou odchytku.

POLE Č. 2	POČET	PRŮMĚRNÁ HODNOTA	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA
rozdíl hodnot na operované ruce	23	1,87	1,55
rozdíl hodnot na neoperované ruce	23	0,83	2,41

Výsledky jsem statisticky hodnotila pomocí Wilcoxonova test. Test vyšel signifikantní s hodnotou $p = 0,021$.

5.4 Porovnání oboustranného a jednostranného SKT

V 4. bodě jsem porovnávala skupiny probandů s oboustranným syndromem karpálních tunelů a s jednostranným syndromem karpálních tunelů. Při hodnocení oboustranného syndromu, kdy jsem porovnávala rozdíly hodnot před a po operaci na operované a neoperované ruce, jsem použila Wilcoxonův test. Jednostranný syndrom jsem hodnotila párovým t testem. Zde jsem porovnávala rozdíl hodnot před a po operaci mezi operovanou a neoperovanou rukou a hodnoty před a po operaci na ruce operované. V tabulkové příloze jsou uvedeny tabulky pro oboustranný syndrom a jednostranný syndrom se všemi náležitými parametry (tabulka č. 4, 5).

SYNDROM	HODNOCENO	TEST	HODNOTA P	SIGNIFIKANTNÍ
oboustranný	rozdíl hodnota (před/po operaci) ne/operovaná	Wilcoxon	0,115	NE
jednostranný	rozdíl hodnota (před/po operaci) ne/operovaná	Párový t test	0,018	ANO
jednostranný	hodnoty před/po operaci na operované ruce	Párový t test	0,022	ANO

Z výsledků je patrné, že hodnoty u oboustranného syndromu jsou nesignifikantní. Naopak oba hodnocené parametry u jednostranného syndromu lze označit za statisticky významné.

Na tomto srovnání je patrné, jaký je rozdíl v hodnotách u jednostranného a oboustranného syndromu. Ve výzkumné skupině se vyskytují i lidé, kteří mají oboustranný syndrom, ale jednu ruku měli operovanou dříve. Měření jsem tedy prováděla v době, kdy šli na operaci s druhou končetinou. Naměřené hodnoty mezi rukama se lišily nepatrně, proto Wilcoxonův test nevyšel významný ($p = 0,785$). Hodnoty probandů jsou uvedeny v tabulkové příloze (tabulka č. 6).

5.5 Význam fyzioterapeutické léčby

V 5. bodě jsem chtěla zhodnotit významnost následné fyzioterapie na zlepšování diskriminačního cití po operaci syndromu karpálního tunelu. Zabývala jsem se pouze operovanou rukou a políčkem č. 2. Nejprve jsem porovnávala hodnoty před a po operaci na ruce, kde proběhla fyzioterapie a kde následná fyzioterapie nebyla, byl použit párový t test. Dále jsem porovnávala rozdíly hodnot (před/po operaci) u probandů s fyzioterapií a bez fyzioterapie. Hodnoty jsou zpracovány nepárovým t testem. Přehled hodnot probandů ve skupině s pooperační fyzioterapií a bez fyzioterapie je uveden v tabulkové příloze (tabulka č. 7).

FYZIO	HODNOCENO	TEST	HODNOTA P	SIGNIFIKANTNÍ
ano	hodnoty před/po operaci	Párový t test	0,001	ANO
ne	hodnoty před/po operaci	Párový t test	0,030	ANO
ano/ne	hodnoty rozdílů (před/po operaci) RHB ano/RHB ne	Nepárový t test	0,067	NE

Z tabulky je patrné, že statisticky významné byly prokázány výsledky v rámci hodnocení ruky, kde proběhla následná fyzioterapie, i kde neproběhla. Hodnocení rozdílů hodnot (před/po operaci) mezi rukou s fyzioterapií a bez fyzioterapie signifikantní nebylo.

5.6 Kontrolní měření

Dále bych chtěla zhodnotit kontrolní měření. Nejprve uvádím kontrolní měření týkající se hodnot diskriminačního čítí u osob bez klinických příznaků syndromu karpálního tunelu. Spočítala jsem průměrné hodnoty naměřené na jednotlivých políčkách pro srovnání s hodnotami naměřenými u probandů se syndromem karpálních tunelů.

POLE č. 1	počet	průměrná hodnota	směrodatná odchylka
pravá ruka	3	2,33	0,58
levá ruka	3	3	1

POLE č. 2	počet	průměrná hodnota	směrodatná odchylka
pravá ruka	3	3,33	0,58
levá ruka	3	4,33	1,15

POLE č. 3	počet	průměrná hodnota	směrodatná odchylka
pravá ruka	3	10,67	4,04
levá ruka	3	10,33	4,16

Na základě porovnání průměrných hodnot můžeme pozorovat, že na poli č. 1 je diskriminační čítí nejlepší a na poli č. 3 jsou hodnoty nejvyšší, pole č. 2 má přibližně o 1 mm horší diskriminaci. Také je zde patrný mírný rozdíl mezi pravou a levou rukou, tedy dominantní horní končetina má lepší diskriminaci než horní končetina nedominantní. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulkové příloze (tabulka č. 10).

Na závěr výzkumu bych chtěla ohodnotit validitu vlastního měření. Naměřené hodnoty kontrolní skupiny jsou uvedené v tabulkové příloze (tabulka č. 9). Pro malý počet nebyly údaje statisticky hodnoceny. Je patrná tendence, že měření je validní, jelikož hodnoty mého měření a kolegyně fyzioterapeutky se lišily nepatrně.

6 DISKUZE

Nedílnou součástí neurologického vyšetření je vyšetření senzitivního systému. Stav senzitivního systému odráží mnoho funkcí pro člověka důležitých. Existuje řada vyšetřovacích metod, které mohou posoudit senzitivní systém. Ruka obsahuje mnoho receptorů senzitivního systému, které lze hodnotit. Proto v této oblasti vzniklo několik různých testů citlivosti. V diplomové práci se zabývám hodnocením jedné modalit, a to diskriminačního čítí. Kvalita jemné diskriminace vypovídá o schopnosti používat jemný dotek při běžných denních aktivitách (Callahan, 2002).

Test dvoubodové diskriminace má dlouhodobé zastoupení v hodnocení diskriminačního čítí. Bezpochyby informuje o citlivosti ruky a výsledky je možné číselně hodnotit a zaznamenávat. Test je možno opakovat (Bell Krotoski, 1995). Provedení testu není časově a místně náročné. Samozřejmě zde platí určitá pravidla provedení, jako je např. klidné prostředí. Nebyla jsem vázaná místem provedení, protože jsem si pomůcku na testování přinesla, kam bylo potřeba. To bylo výhodou zejména při druhém měření, kdy jsem mohla navštívit lidi doma, kde se cítili nejpřirozeněji.

V literatuře jsem se setkala s různými názory na test dvoubodové diskriminace. Bell Krotoski ve svém článku některé tyto názory interpretuje. Na jedné straně se testu dvoubodové diskriminace vytýká malá specifická a na základě jeho výsledku není možné stanovit závažnost diagnózy. Byly provedeny pokusy, kde lidé s normálním výsledkem dvoubodového diskriminačního testu měli patologický nález u provedení monofilamentového testu. Jiní prohlašují, že pokud je normální dvoubodová diskriminace, není nutné dělat monofilamentový test (Bell Krotoski, 1995). Během pročítání novodobějších výzkumů jsem pozorovala, že většina výzkumů hodnotících citlivost používá více různých testů a hodnotí citlivost i cestou dotazníků. Výzkum Cettomai zabývající se neuropatií u HIV pozitivních lidí použil pro hodnocení závažnosti neuropatie dotazník, monofilamentový test, dvoubodový diskriminační test a ladičku (Cettomai, 2010). Abychom získali co nejpřesnější informace o stavu senzitivního systému, je nutné provádět více testů různých modalit citlivosti. Dotazníky nám prozradí, jaké mají lidé obtíže a co jim působí diskomfort.

Během výzkumu jsem objevila několik faktorů, které mohly měření ovlivnit. Skupina probandů se skládala z pacientů se SKT různé etiologie. Zlepšení taktilní citlivosti bude jiné u lidí s diabetem mellitus než u lidí s idiopatickým SKT. Efekt operace bude ovlivněn etiologií SKT i přidruženými chorobami, ale já jsem se zajímala, jestli se operací SKT obecně zlepší taktilní citlivost na rukách, proto jsem skupinu dále nerozdělovala. Někteří lidé měli velmi jemné ruce, jiní naopak velmi hrubé, to se odrazilo na velikosti použité síly při přikládání hrotů na prsty. Zejména u lidí používajících ruce pro hrubou práci (např. zedník) bylo nutné použít větší síly. Během testování bylo nutné udržet kolmý směr aplikace hrotů. Povrch prstů je poměrně malý pro testování, a pokud byla diskriminace hodně porušená, nebylo možné udržet přesný kolmý směr aplikace. Již výše zmíněné prostředí má vliv na výsledky. První měření jsem prováděla před operací, což se dá považovat za stresovou situaci a výsledky tím mohly být ovlivněny, ale nikdy jsem se nesečkala s negativní odezvou na mou žádost provést výzkum.

Pro minimalizaci negativních faktorů jsem provedla kontrolní měření. Na skupině tří probandů bylo provedeno dvojí měření. První měření jsem dělala já a druhé provedla kolegyně fyzioterapeutka. Byla patrná tendence, že měření bylo validní, jelikož naměřené hodnoty se lišily nepatrně.

V rámci diagnostiky SKT se diskriminační čítí ruky ani jiné modalitý taktilní citlivosti ruky obvykle v naší zemi neprovádí. V zahraničních časopisech jsem našla několik studií, které se testováním taktilní citlivosti u SKT zabývaly. Wiacek a spol. na základě vyšetřování dvoubodové diskriminace a vnímání tlaku hodnotili dynamiku obnovení senzitivní citlivosti po operaci SKT na palci, 2., 3. a 4. prstu. Studie ukazuje, že v prvních dnech po operaci dojde k výraznému zlepšení taktilní citlivosti na 2. a 3. prstu. Na každém testovaném prstu dojde k nejvýraznějšímu zlepšení taktilní citlivosti mezi 10. a 30. dnem. Pak se rychlost zlepšení citlivosti zpomalila. Po 6 měsících byla na všech testovaných prstech taktilní citlivost v normě (Wiacek, 2007). Japonská společnost chirurgie ruky vedla výzkum hodnotící závažnost symptomů SKT na základě dotazníku a funkčních testů, jejichž součástí byl také test dvoubodové diskriminace. Hodnocení probíhalo před operací a 3 měsíce po operaci, kdy signifikantním výsledkem bylo pouze zmírnění bolestivosti. Bolest byla hodnocena na základě dotazníku. Senzitivita funkčních testů byla nižší než u dotazníku (Uchiyama, 2007). De Campos a

spol. se rozhodli prokázat účinnost a reprodukovatelnost Bostonského dotazníku SKP hodnotícího příznaky komprese *n. medianus* před a po operaci karpálního tunelu, jeho součástí jsou i funkční testy - monofilamentový test, dvoubodová diskriminace a hodnocení rychlosti vedení nervu. Výsledkem studie bylo, že Bostonský dotazník má vysokou spolehlivost a reprodukovatelnost (De Campos, 2003).

V české literatuře jsem se setkala s vyšetřováním citlivosti ruky v rámci studie Macháčkové, která se zabývá diagnostikou poruch senzomotorických funkcí ruky po ischemické cévní mozkové příhodě (Macháčková, 2007). Poubová ve své diplomové práci porovnává schopnost stereognózie mezi skupinou fyzioterapeutů a skupinou lidí se zrakovým postižením (Poubová, 2008). S testováním taktilní citlivosti v rámci poškození periferních nervů jsem se v české literatuře neseťkala.

Test dvoubodové diskriminace má široké spektrum použití. Kim a spol. použil tento test při hodnocení citlivosti u centrálních poruch nervového systému (Kim, 1996). Taylor a spol. vedli výzkum hodnotící účinnost přístroje Neuro Control Freehand systém u tetraplegie na základě funkcí ADL, úchopových funkcí a dvoubodové diskriminace (Taylor, 2002).

Daleko větší využití má test dvoubodové diskriminace u poruch periferních nervů. Karabelemez použil test k hodnocení účinnosti decelularizace nervu na ruce (Karabelemez, 2009). Satish a Yazar hodnotili citlivost bříška prstů ruky po rekonstrukci cév poškozených traumatem v oblasti bříška prstů, tzv. artery island flap (Satish, 2009, Yazar, 2010). U poruch periferních nervů dolních končetin lze také test dvoubodové diskriminace použít. Williams testoval dvoubodovou diskriminaci u kompartment syndromu dolních končetin (Williams, 2007). Periyasamy použil dvoubodovou diskriminaci při hodnocení ztráty citlivosti u neuropatie dolních končetin u pacientů s diabetem mellitus (Periyasamy, 2008).

Pro výzkum jsem zvolila tři různá testovací pole na ruce s různou nervovou inervací, proto jsem očekávala různé výsledky diskriminačního čítí. Po prvním měření byly průměrné hodnoty na poli č. 1 (*n. ulnaris*) - 4,17/5,39mm (operovaná/neoperovaná ruka), na poli č. 2 (*n. medianus*) - 6,83/5,87mm a na poli č. 3 (*n. radialis*) - 11,57/12,22mm. První hypotéza se potvrdila, při měření před operací má operovaná ruka horší diskriminační čítí v rámci pole č. 2 než ruka neoperovaná. Pole č. 1 a 3 má hodnoty diskriminačního čítí naopak horší na ruce, která operována nebude. Zde může

hrát roli dominance, protože většina probandů mělo operovanou dominantní horní končetinu, tedy bych očekávala, že nedominantní horní končetina bude mít horší diskriminační cití.

Při srovnání hodnot políček pozorujeme, že diskriminační cití je nejlepší na poli č. 1, pole č. 2 má hodnoty o trochu vyšší, nejhorší diskriminační cití je na poli č. 3. Druhá hypotéza se také potvrdila. Ruka má různé rozložení taktilních receptorů. Johansson a spol. se zabýval rozložením mechanoreceptorů na palmární straně ruky. Celkový počet mechanoreceptorů na dlani je 17 023. Receptory interpretující diskriminační cití (Meissnerova tělíska a Merkelovy disky) mají největší hustotu v distálních částech prstů, nejvíce na ukazováku, který je důležitý pro jemnou manipulaci. Směrem proximálním jejich hustota klesá. Hustota Meissnerových tělísek na posledním článku prstu je 5,3/cm², na 2. a 3. článku 1,4/cm² a v dlani 0,93/cm². Hustota Merkelových disků je 2,65/cm² na posledním článku prstu, 1,12/cm² na 1. a 2. článku a 0,3/cm² na dlani (Johansson, 1979). Kalumuck ve své práci popisuje rozložení receptorů tak, že na palmární straně prstů je 100 hmatových receptorů a 60 receptorů pro bolest a na dorzální straně prstů je 100 receptorů pro bolest a 9 hmatových receptorů (Kalumuck, 2007).

Druhé měření jsem prováděla po třech měsících po operaci na doporučení doc. MUDr. Tvrčka, přednosta kliniky plastické chirurgie FNKV, kdy dochází k plné rekonvalescenci *n. medianus*. Wiacek ve své studii vyzoroval, že největší zlepšení diskriminačního cití nastalo v prvních dvou dnech po operaci, pak se diskriminace pozvolna zlepšovala a po šesti měsících dosáhla normy na všech testovaných prstech (Wiacek, 2007). Ve výzkumu MacDermida došlo k výraznému zlepšení diskriminačního cití během 5 dnů po operaci, po dobu jednoho měsíce se diskriminace stále zlepšovala a ve třetím měsíci zaznamenal mírné zhoršení (Wiacek, 2007).

Při porovnávání hodnot diskriminačního cití operované ruky mezi prvním měřením (před operací) a druhým měřením (po operaci) vyšel statisticky významný výsledek pouze u pole č. 2 ($p=0,001$), kde se hodnota zlepšila o 1,87 mm. Hodnoty na poli č. 1 a 3 nebyly statisticky významné. Třetí hypotéza se potvrdila.

Pozici políček jsem volila také z důvodu zkoumání, zda syndrom karpálního tunelu nemá vliv na místa na ruce mimo inervační oblast *n. medianus*. Výzkum prokázal, že u políčka č. 1 a 3, tedy s inervací *n. ulnaris a radialis*, nedošlo k významné

změně diskriminačního čítí po operaci karpálních tunelů, a tudíž se čtvrtá hypotéza také potvrdila. Dyck ve své knize popisuje výzkum na 159 rukou s SKT, zabývajících se přítomností parestézií a senzitivních symptomů SKT na ruce. Došel k závěru, že parestézie se nejvíce vyskytuje na 3. prstu (96,2 %), pak se výskyt postupně snižuje v pořadí 2. prst (92,5 %), 4. prst (83 %), palce (78,6 %) a 5. prst (56 %). Nejvíce afektovaným prstem senzitivními symptomy u SKT je 3. prst (27 %), dále pak 2. prst (12,6 %), palec (11,9 %) a 4. a 5. prst (po 3,8 %). Dále zjistil, že na palmární straně se vyskytuje 69,2 % symptomů SKT, na dorzální straně 10,1 % symptomů a na obou stranách 10,1 %. Z jeho výzkumu je patrné, že SKT má vliv i na oblasti s jinou inervací než *n. medianus* (Dyck, 2005).

V dalších bodech výzkumu se věnuji pouze políčku č. 2, tedy inervační oblasti *n. medianus*. Porovnávala jsem změnu diskriminačního čítí (rozdíl mezi 1. a 2. měřením) mezi operovanou a neoperovanou rukou. Na operované ruce byla průměrná hodnota rozdílu 1,87 mm a na neoperované ruce 0,83 mm. Hodnoty byly statisticky významné ($p = 0,021$).

Ve skupině probandů bylo velké zastoupení lidí s oboustranným syndromem karpálního tunelu. Z 24 lidí mělo 19 oboustranný syndrom, z toho 8 lidí mělo již jednu ruku po operaci. Pouze 5 lidí mělo jednostranný syndrom. Statistické hodnocení na ruce operované a neoperované s oboustranným SKT před a po operaci vyšlo nesignifikantní, kdy rozdíl hodnot na ruce operované a neoperované nebyl výrazný. Lze předpokládat vliv oboustranného postižení SKT na naměřené hodnoty diskriminačního čítí na neoperované ruce. Naopak signifikantní výsledek byl prokázán u skupiny s jednostranným syndromem karpálního tunelu ($p=0,018$), kdy rozdíl na operované ruce byl 2,75 mm a na ruce neoperované 0,5 mm. Statisticky významný výsledek byl také zjištěn při porovnání hodnot před operací a po operaci na operované ruce s jednostranným SKT ($p=0,022$).

V rámci poslední hypotézy mě zajímá vliv pooperační fyzioterapie na výsledky diskriminačního čítí. Skupinu probandů jsem rozdělila na ty, kteří měli následnou fyzioterapii a kteří byli bez jakékoliv fyzioterapie. Indikaci k fyzioterapii určoval ošetřující lékař každého pacienta. Pacienti obvykle docházeli na 6 fyzioterapií, které se skládaly z technik měkkých tkání, LTV, vířivky a laseru. Hodnotila jsem pouze pole č. 2 na operované ruce. Hodnoty diskriminačního čítí u probandů, kde fyzioterapie

proběhla, se zlepšily o 2,38 mm. U probandů, u kterých neproběhla fyzioterapie, se hodnoty zlepšily o 1,2 mm. Při porovnávání hodnot před operací a po operaci u obou skupin byly výsledky statisticky významné (FYZIO ANO $p=0,001$ a FYZIO NE $p=0,030$). U hodnocení rozdílů (mezi prvním a druhým měřením) mezi probandy s fyzioterapií a bez fyzioterapie výsledek signifikantní nebyl. Z výsledků je patrné, že pooperační fyzioterapeutická léčba nemá výrazný vliv na zlepšení diskriminačního cití. Fyzioterapeutická léčba se prováděla na různých fyzioterapeutických pracovištích, proto průběh terapie u jednotlivých pacientů nemohl být stejný. Přestože nebyl prokazatelný rozdíl ve vlivu fyzioterapie na zlepšení diskriminačního cití, lze předpokládat, že mohla pozitivně působit na rozsahy pohybů v zápěstí, na měkké tkáně oblasti zápěstí a ruky a na hojení pooperační jizvy. Výsledky mohla ovlivnit velikost skupiny s pooperační fyzioterapeutickou léčbou, která obsahovala pouze 13 probandů. Tím, že terapie nebyla cíleně zaměřená na ovlivnění taktilní citlivosti a že probíhala pouze v 6 terapeutických jednotkách, mohly být výsledky měření ovlivněny.

Fyzioterapie dává větší množství podnětů pro ruku, tím se zvýší aference. Čím je větší množství aference, tím se lépe zlepšuje motorika ruky, rychleji se zapojuje do běžných denních činností a návrat do práce je možný dříve (Kolář, 2009, Véle, 1997).

V posledních letech se v literatuře řeší otázka významnosti dlahování po operaci. Martins vytvořil výzkum, kde porovnával skupinu používající po operaci dlahu a skupinu, která měla zápěstí kryté obinadlem. Obě skupiny tvořili lidé s idiopatickým SKP. Skupiny hodnotil na základě testu dvoubodové diskriminace a dotazníku. Rozdíl mezi skupinami nebyl statisticky významný (Martins, 2006). Cooper ve své knize zmiňuje, že dlahování není nutné, ale u lidí, kteří přetěžují ruce v práci a kteří mívají noční parestezie i po operaci, ho doporučuje (Cooper, 2007).

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo objektivizovat operační léčbu syndromu karpálního tunelu. Zvolenou metodou byla dvoubodová diskriminace, tedy metoda měřící taktilní citlivost. Hodnocení probíhala na základě porovnání výsledků dvoubodové diskriminace před operací a po operaci syndromu karpálního tunelu.

Při hodnocení výsledků prvního měření se potvrdila první hypotéza, tedy že diskriminační cití v inervační oblasti *n. medianus* je horší na ruce, která má být operována. Z toho vyplývá, že syndrom karpálního tunelu zhoršuje taktilní citlivost.

Porovnání výsledků před operací a po operaci ukázalo, že operační řešení syndromu karpálního tunelu přináší zlepšení diskriminačního cití, tedy dochází k zlepšení taktilní citlivosti.

Kromě inervační oblasti *n. medianus* jsem se zabývala i místy s inervací *n. ulnaris a radialis*. Zajímalo mě, zda syndrom karpálního tunelu nemá vliv na zbylé oblasti na ruce, ale výzkum ukazuje, že oblasti inervované *n. ulnaris a radialis* nejsou významně ovlivněny.

Pro testování dvoubodové diskriminace jsem volila různá místa, abych zjistila, jak se diskriminace liší v závislosti na lokalizaci. Potvrdila se hypotéza, že nejlepší diskriminační cití je na posledním článku prstu z palmární strany ruky, na druhém článku prstu palmární strany ruky je diskriminační cití horší v porovnání s posledním článkem a nejhorší výsledky byly na dorzální straně prvního článku prstu. To vypovídá o tom, že nejcitlivější oblast lidské ruky je na konečkách prstů.

Jako fyzioterapeut nemohu opomenout otázku vlivu fyzioterapie v terapii syndromu karpálního tunelu. Hypotéza týkající se vlivu pooperační fyzioterapie na výsledky diskriminačního cití se nepotvrdila. Pacienti, kteří měli pooperační fyzioterapeutickou léčbu, měli lepší výsledky diskriminačního cití než pacienti bez následné fyzioterapie, ale výsledky nebyly signifikantní.

Během výzkumu jsem objevila další otázky, které by mohly být předmětem dalšího výzkumu. Jednou z nich je otázka vlivu etiologie SKT na efekt operační léčby. Podrobnější výsledky o efektu operace SKT by mohl přinést výzkum, který použije více testů taktilní citlivosti. Bylo by zajímavé porovnávat výsledky testů taktilní citlivosti

s výsledky EMG vyšetření. Jiný výzkum by se mohl zabývat opět otázkou fyzioterapie a jejího vlivu na zlepšení diskriminační citlivosti s tím, že by terapie byla přesně určená a sledovaná. U některých pacientů jsem pozorovala přítomnost edému na ruce. Bylo by zajímavé pozorovat, jaký vliv má edém na taktilní citlivost nejen v rámci diagnózy SKT.

Tento výzkum prokázal efektivnost operační léčby syndromu karpálního tunelu na základě zlepšení taktilní citlivosti ruky. Výzkumem jsem také chtěla poukázat na významnost testování taktilní citlivosti pro diagnostiku periferních neuropatií. Kromě hypotézy týkající se vlivu fyzioterapie na diskriminační cití byly všechny stanovené hypotézy potvrzeny.

SEZNAM LITERATURY

1. ADAMČOVÁ, H., aj. *Neurologie 2003*. 1. vyd. Praha : Triton, 2003. 383 s. ISBN 80-7254-431-4.
2. AMBLER, Z.; BEDNAŘÍK, J.; RŮŽIČKA, E. *Klinická neurologie, část obecná*. 1. vyd. Praha : Triton, 2004. 975 s. ISBN 80-7254-556-6.
3. BEDNAŘÍK, J.; AMBLER, Z.; RŮŽIČKA, E. *Klinická neurologie, část speciální II*. Praha : Triton, 2010. 2 sv. ISBN 978-80-7387-389-9.
4. BELL- KROTOSKI, J. A. Sensibility tetsting: current concepts. In HUNTER, J. M. *Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy*. 4th ed. St. Louisa : Mosby, 1995, vol. 1. s. 109- 127. ISBN 0-8016-7125-6.
5. BERGER, R. A. Anatomy and kinesiology of the wrist. In MACKIN, E. J. *Rehabilitation of the hand and upper extramity*. 5th ed. St. Luisa : Mosby, 2002, vol. 1. s. 77- 87. ISBN 0-323-01094-6.
6. BURKE, F. D., et al. Primary care management of carpal tunnel syndrome. *Postgrad Med J* [online]. c2003, vol. 79 [cit. 2011-01-11], s. 433-437. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1742807/?tool=pubmed>
7. CALLAHAN, A.D. Sensibility assessment for nerve lesions- in- continuity and nerve laceration. In MACKIN, E. J. *Rehabilitation of the hand and upper extramity*. 5th ed. St. Luisa : Mosby, 2002, vol. 1. s. 214- 239. ISBN 0-323-01094-6.
8. CETTOMAI, D., et al. Utility of Quantitative Sensory Testing and Screening Tools in Identifying HIV-Associated Peripheral Neuropathy in Western Kenya: Pilot Testing. *PLoS One* [online]. c2010, vol. 5(12) [cit. 2011-03-05]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2999535/?tool=pubmed>
9. COOPER, C. *Fundamentals of hand therapy: clinical reasoning and treatment guidelines for common diagnose sof the upper extremity*. St. Louisa : Mosby, 2007. 576 s. ISBN- 13: 978-0-323-03386-2.

10. DE CAMPOS, C. C., et al. Translation and validation of an instrument for evaluation of severity of symptoms and the functional status in carpal tunnel syndrome. *Arg. Neuropsiquiatr* [online]. c2003, vol. 61(1) [cit. 2011-03-05], s. 51-55. Dostupné z:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-2
11. DONACHY, J. E., CHRISTIAN, E. L. Physical therapy intervention following surgical treatment of carpal tunnel syndrom in an individual with a history of postmastectomy lymphedema. *Physical therapy*, 2002, vol. 82, no. 10, s. 1009-1016.
12. DYCK, P. J., THOMAS, P. K. *Peripheral neuropathy*. 4th ed. Philadelphia : Elsevier Saunders, 2005, vol. 2. ISBN 0-7216-9491-8.
13. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie pohybového systému*. Praha : Univerzita Karlova, 1996. 170 s. ISBN 80-7184-223-0.
14. EHLER, E., AMBLER, Z. *Mononeuropatie*. Praha : Galén, 2002. 176 s. Trendy soudobé neurologie a neurochirurgie. sv. 3. ISBN 80-7262-125-4.
15. EINHORN, N., LEDDY, J. P. Pitfalls of endoscopic carpal tunnel release. *The orthopedic clinics of north america- Pheripheral nerve compressions of the upper extremity*, 1996, vol. 27, no. 2, s. 373-378.
16. GERRITSEM, A., et al. Splinting or surgery for carpal tunnel syndrome? *BMC Neurol* [online]. c2001, [cit. 2011-01-11]. Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC64540/?tool=pubmed>
17. GREENHALGH, T. *Jak pracovat s vědeckou publikací*. 1. vyd. Praha : Grada, 2003. 208 s. ISBN 80-247-0310-6.
18. HALADOVÁ, E.; NECHVÁTALOVÁ, L. *Vyšetřovací metody hybného systému*. 2. vyd. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. 135 s. ISBN 80-7013-393-7.
19. HAYES, E. P. et al. Carpal tunel syndrom. In MACKIN, E. J. *Rehabilitation of the hand and upper extramity*. 5th ed. St. Luisa : Mosby, 2002, vol. 1. s. 643-657. ISBN 0-323-01094-6.

20. HUNTER, J. M.; DAVLIN, L. B.; FEDUS, L.M. Major neuropathies of the upper extremity: the median nerve. In HUNTER, J. M. *Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy*. 4th ed. St. Louisa : Mosby, 1995, vol. 1, s. 905- 916. ISBN 0-8016-7125-6.
21. CHASE, R. A. Examination of the Hand and Relevant Anatomy. *Plastic Surgery*, 1990, Vol. 7, s. 4247- 4283.
22. CHASE, R. A. Anatomy and kinesiology of the hand. In MACKIN, E. J. *Rehabilitation of the hand and upper extramity*. 5th ed. St. Luisa : Mosby, 2002, vol. 1, s. 60-76. ISBN 0-323-01094-6.
23. CHRISTIAN, E. L. Physical therapy intervention following surgical treatment of carpal tunnel syndrom in an individual with a history of postmasectomy lymphedema. *Physical therapy*, 2002, vol. 82, no. 10, s. 1009-1016.
24. JANDA, V., aj. *Svalové funkční testy*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2004. 328 s. ISBN 80-247-0722-5.
25. JOHANSSON, R. S.; VALLBO, A. B. Tactile sensibility in the human hand: relative and absolute densities of four types of mechanoreceptive units in glabrous skin. *J Physiol* [online]. c1979, vol. 286 [cit. 2011-03-04], s. 283-300. Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1281571/?tool=pubmed>
26. KADAŇKA, Z. aj. *Standard elektrofyzilogického vyšetření syndromu karpálního tunelu pro potřeby hlášení choroby z povolání* [online]. c2005, [cit. 2011-01-22]. Dostupné z: <http://www.czech-neuro.cz/index.php?act=detail&idTXT=4>
27. KALUMUCK, K. *Two-point disrimination* [online].c2007, [cit. 2011-02-24]. Dostupné z:
<http://www.exo.net/~pauld/workshops/zoom/Two%20Point%20Discriminate.pdf>
28. KARABEKMEZ, F. E.; DUYNAMAZ, A.; MORAN, S. L. Early Clinical Outcomes with the Use of Decellularized Nerve Allograft for Repair of Sensory Defects Within the Hand. *Hand* [online]. c2009 , Vol. 4(3) [cit. 2011-03-05], s. 245–249. Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2724628/?tool=pubmed>

29. KIM, J. S.; CHOI-KEON, S. Discriminative sensory dysfunction after unilateral stroke. *Stroke* [online]. c1996, vol. 27(4) [cit. 2011-03-04], s. 677-682. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/content/full/27/4/677>
30. KOLÁŘ, P., aj. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262657-1.
31. KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha : Karolinum, 2004. 230 s. Učební texty Univerzita Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0350-0.
32. KULICK, R. G. Carpal tunnel syndrom. *The orthopedic clinics of north america- Pheripheral nerve compressions of the upper extremity*, 1996, vol. 27, no. 2, s. 345-352.
33. LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přeprac. vyd. Praha : Sdělovací technika, 2003. 411 s. ISBN 80-86645-04-5.
34. LINC, R.; DOUBKOVÁ, A. *Anatomie hybnosti I*. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2003. 247 s. Učební texty Univerzita Karlovy v Praze. ISBN 80-7184-993-6.
35. MACHÁČKOVÁ, K., aj. Diagnostika poruch senzomotorických funkcí ruky pacientů po ischemické cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2007, roč. 14, č. 3, s. 114-121.
36. MARTINS, R. S.; SIQUEIRA, M. G.; SIMPLÍCIO, H. Wrist immobilization after carpal tunnel release: a prospective study. *Arq Neuropsiquiatr* [online]. c2006, vol. 64(3A) [cit. 2011-03-04], s. 596-599. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X2006000400013&lng=en&nrm=iso&tlng=en
37. MASOPUST, V. Úžinové syndromy, možnosti chirurgické léčby. *Bolest- časopis pro studium a léčbu bolesti*, 2003, roč. 6, č. 1, s. 9-12, 31-36.
38. MIRZA, M. A.; KING, E. T. Newer techniques of carpal tunnel repase. *The orthopedic clinics of north america- Pheripheral nerve compressions of the upper extremity*, 1996, vol. 27, no. 2, s. 355-370.

39. MONNIER, M. *Fuction of the nervous systém- sensory functions and perception*. Amsterdam : Elsevier scientific publishing company, 1975, vol. 3. 1040 s. ISBN 0-444-41231-x.
40. NIGST, H.; BIRCHER, J. L. *Hand Surgery*. Stuttgart : Georg Thieme Verlag, 1988. 2 sv. ISBN 3-13-700001-7.
41. ONO, S.; CLAPHAM, P. J.; CHUNG, K. C. Optimal management of carpal tunnel syndrome. *International journal of general medicine* [online]. c2010, Vol. 3 [cit. 2011-01-11], s. 255-261. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2934608/?tool=pubmed>
42. PERIYASAMY, R.; MANIVANNAN, M.; NARAYANAMURTHY, V. B. Correlation between two-point discrimination with other measures of sensory loss in diabetes mellitus patiens. *Int J Diabetes Dev Ctries* [online]. c2008, vol. 28(3) [cit. 2011-01-11], s. 71-78. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2772015/?tool=pubmed>
43. PETROVICKÝ, P. aj. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi- Pohybové ústrojí*. Martin : Osveta, 2001. sv. 1. 463 s. ISBN 80-8063-046-1.
44. PETROVICKÝ, P., aj. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi- Neuroanatomie, smyslová ústrojí a kůže*. Martin : Osveta, 2002. sv. 3. 542 s. ISBN 80-8063-048-8.
45. PFEIFFER, J. *Neurologie v rehabilitaci*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2007. 352 s. ISBN 978-80-247-1135-5.
46. PODĚBRADSKÝ, J. *Fyzikální terapie I*. Praha : Grada Publishing, 1998. 264 s. ISBN 80-7169-661-7.
47. POUPOVÁ, J. *Hodnocení schopnosti stereognózie u skupiny osob se zrakovým postižením a skupiny fyzioterapeutů*. Praha, 2008. 83 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Tereza Nováková.
48. SATISH, CH.; NEMA, S. First dorsal metacarpal artery islanded flap: A useful flap for reconstruction of thumb pulp defects. *Indian J Plast Surg* [online]. c2009, vol. 42(1) [cit. 2011-03-05], s. 32–35. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2772290/?tool=pubmed>

49. STEJSKALOVÁ, B. *Jak pečovat o ruce při syndromu karpálního tunelu?* [online][cit. 2011-02-14]. Dostupné z: emg.wz.cz/stejskalova.doc
50. TARAS, J. S.; LEMEL, M. S.; NATHAN, R. Vascular disorders of the upper extremity. In HUNTER, J. M. *Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy*. 4th ed. St. Louisa : Mosby, 1995, vol. 1, s. 959-978. ISBN 0-8016-7125-6.
51. TAYLOR, P.; ESNOUF, J.; HOBBY, J. The functional impact of the Freehand System on tetraplegic hand function. Clinical Results. *Spinal Cord* [online]. c2002, vol. 40(11) [cit. 2011-03-05], s. 560-566. Dostupné z: <http://www.nature.com/sc/journal/v40/n11/full/3101373a.html>
52. VAN BEEK, A. L. Management of nerve compression syndromes and painful neuromas. *Plastic Surgery*, 1990, vol. 7, s. 4817-4858.
53. VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha : Grada Publishing, 1997. 271 s. ISBN 80-7169-256-5.
54. WIACEK, R., et al. Evaluation of the dynamics of sensory improvement in the hand after surgical treatment of carpal tunnel syndrome. *Neurologia i Neurochirurgia Polska* [online]. c2007, vol. 41(6) [cit. 2011-01-11], s. 517-524. Dostupné z: http://www.termedia.pl/Zaloguj_sie?l=1&r=%2FCzasopismo%2F-15%2FArtykul-9664
55. WILLIAMS, E. H., et al. Non-invasive neurosensory testing used to diagnose and confirm successful surgical management of lower extremity deep distal posterior compartment syndrom. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* [online]. c2009, vol. 4 [cit. 2011-02-20]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2694806/?tool=pubmed>
56. YAZAR, M., et al. Sensory recovery of the reverse homodigital island flap in fingertip reconstruction: a review of 66 cases. *Acta Orthop Traumatol Turc* [online]. c2010, vol. 44(5) [cit. 2011-03-05], s. 345-351. Dostupné z: <http://www.aott.org.tr/index.php/aott/article/view/4776/2521>
57. ZIMMERMAN, G. R. Carpal tunnel syndrome. *J Athl Train* [online]. c1994, vol. 29(1) [cit. 2011-03-04], s. 22-30. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1317755/?tool=pubmed>

58. ZVÁROVÁ, J. *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. 1. vyd. Praha : Karolinum, 1998. 218 s. ISBN 80-7184-786-0. Dostupné také z: <http://new.euromise.org/czech/tajne/ucebnice/html/html/statist.html>

Seznam přílohy

1. Souhlas etické komise
2. Informovaný souhlas
3. Dotazník: Testování diskriminačního čítí ruky před operací karpálního tunelu a 3 měsíce po operaci
4. Dotazník pro 1. kontrolní měření
5. Dotazník pro 2. kontrolní měření
6. Obrázková příloha
7. Tabulková příloha

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas účastníka výzkumu s dobrovolnou účastí na výzkumném projektu diplomové práce na katedře fyzioterapie FTVS v Praze, vyžádaný zejména podle §27b zákona č. 20/1966 Sb. "O péči a zdraví lidu".

Diplomová práce: **Objektivizace operační léčby syndromu karpálního tunelu**

Řešitel: Bc. Dvořáková Marie

Cílem výzkumného projektu této diplomové práce je objektivizace operační léčby syndromu karpálního tunelu na základě měření diskriminačního čítí. Metodou výzkumu u hodnocení diskriminačního čítí bude diskriminační test pomocí Weberova kružítká. Doba trvání všech hodnotících zkoušek činí dohromady přibližně 5 minut. Výsledné hodnoty budou spolu s iniciály a ročníkem testované osoby použity pouze pro účely této diplomové práce. Řešitel výzkumu odpovídá za to, že uvedené údaje nebudou žádným způsobem zneužity k jiným účelům.

Prohlašuji, že jsem byl/a seznámen/a s výzkumným projektem diplomové práce na téma "Objektivizace operační léčby syndromu karpálního tunelu". Tímto potvrzuji, že toto seznámení pokládám za srozumitelné a dobrovolně souhlasím se svou účastí.

Proband: _____

Ročník: _____

V _____, dne _____

podpis

Znění informovaného souhlasu ze dne 9. 8. 2010 zpracovala Marie Dvořáková.

Příloha č. 5: Dotazník pro 2. kontrolní měření

Dotazník- testování diskriminačního čítí ruky před operací karpálního tunelu a 3 měsíce po operaci

kontrolní měření č.2- skupina probandů bez klinických příznaků syndromu karpálních tunelů

Vyšetřovaná osoba:

rok narození:

pohlaví:

Povolání:

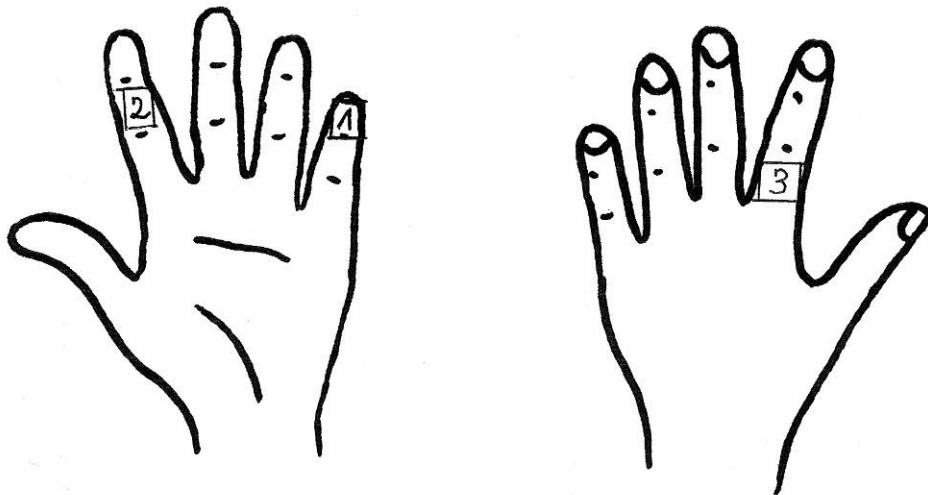
Dominantní/nedominantní horní končetina

Datum měření:

Testovaná políčka ruky:

Palmární strana:

Dorzální strana:



1. měření	hodnota diskriminačního čítí na PHK	2. měření	hodnota diskriminačního čítí LHK
pole č.1		pole č.1	
pole č.2		pole č.2	
pole č. 3		pole č. 3	

Příloha č. 6: Obrázková příloha

Obrázková příloha č. 1: Topografie n. medianus- karpální tunel a dlaň

Obrázková příloha č. 2: Senzitivní zásobení ruky *n. medianus*

Obrázková příloha č. 3: Senzitivní zásobení ruky *n. ulnaris*

Obrázková příloha č. 4: Senzitivní zásobení ruky *n. radialis*

Obrázková příloha č. 5: Napínací cvičení šlach flexorů ruky

Obrázková příloha č. 6: Neurodynamická cvičení *n. medianus* v oblasti ruky

Obrázková příloha č. 7: Neurodynamické cvičení *plexus brachialis*

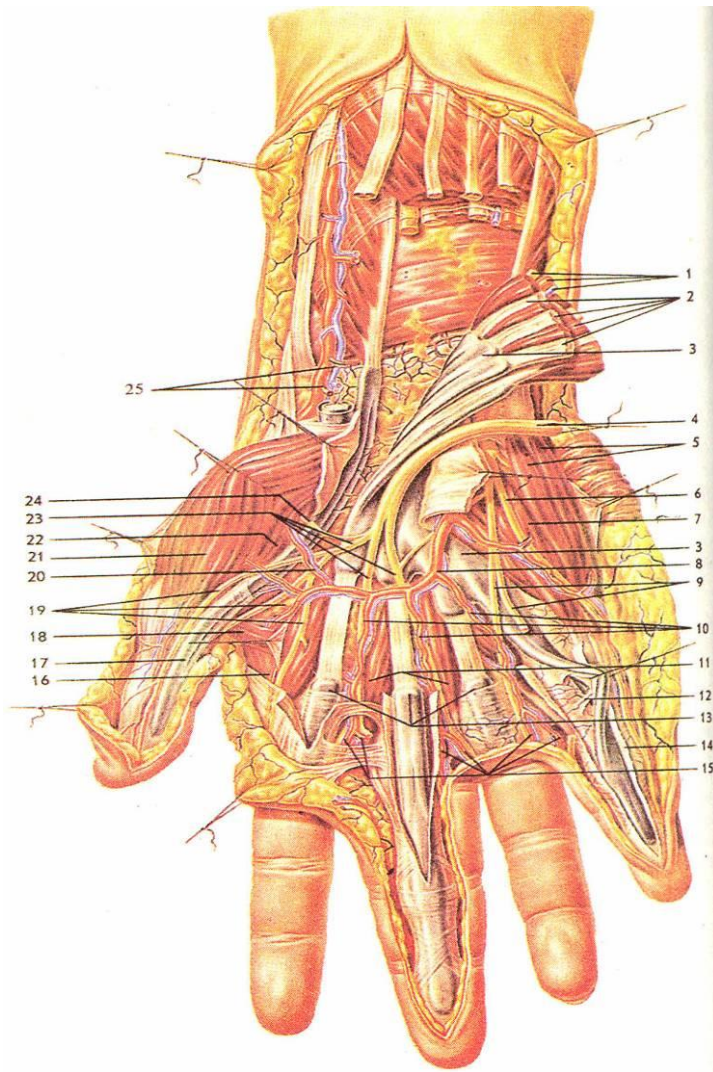
Obrázková příloha č. 8: Pomůcky pro vyšetřování dvobodové diskriminace

Obrázková příloha č. 9: Kružítko přestavěné dle vzoru Weberova kružítko použité ve
výzkumu

Obrázková příloha č. 10: Vyšetřování diskriminačního čítí

Obrázková příloha č. 11: Vyšetřování diskriminačního čítí detail

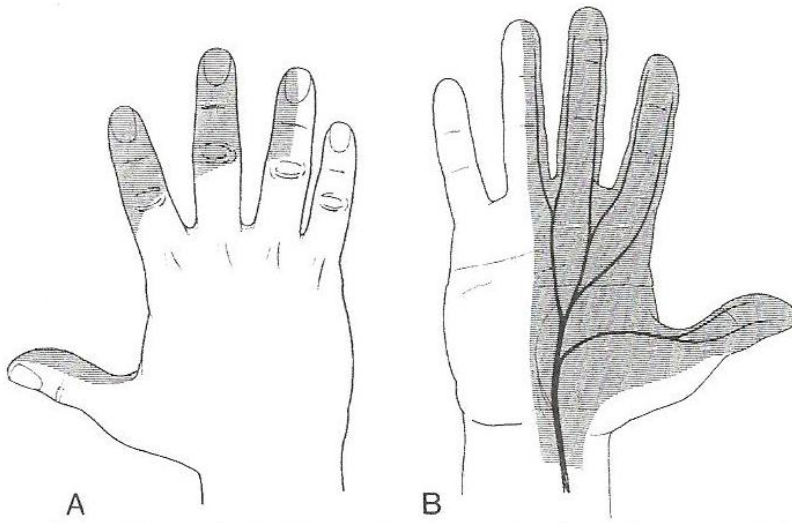
Obrázková příloha č. 1: Topografie n. medianus- karpální tunel a dlaň



1 — a., v. et n. ulnares; 2 — m. flexor digitorum profundus a m. flexor digitorum superficialis; 3 — vagina synovialis communis mm. flexorum; 4 — n. medianus; 5 — m. abductor digiti minimi; 6, 9 — nn. digitales palmares proprii n. ulnaris; 7 — m. flexor digiti minimi brevis; 8 — arcus palmaris superficialis; 10 — aa. digitales palmares communes; 11 — mm. lumbricales; 12 — mesotenon; 13 — vaginae synoviales tendinum digitorum; 14 — vagina fibrosa digiti manus; 15 — aa. digitales palmares propriae; 16 — m. interosseus dorsalis I; 17 — vagina synovialis tendinis m. flexoris pollicis longus; 18 — m. adductor pollicis (caput transversum); 19 — nn. digitales palmares proprii (n. mediani); 20 — r. superficialis a. radialis; 21 — m. abductor pollicis brevis; 22 — m. flexor pollicis brevis; 23 — nn. digitales palmares communes (n. mediani); 24 — r. muscularis n. mediani; 25 — a. et v. radialis.

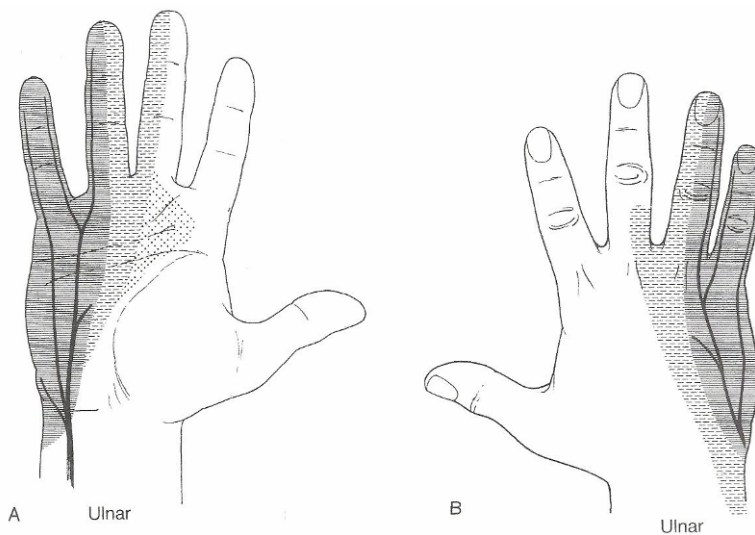
Pereulok, A. *Patologie periferního nervového systému*[online]. c2005, [cit 2011-3-10].
Dostupné z: <http://www.neuro-med.ru/Periferia.htm>

Obrázková příloha č. 2: Senzitivní zásobení ruky *n. medianus*



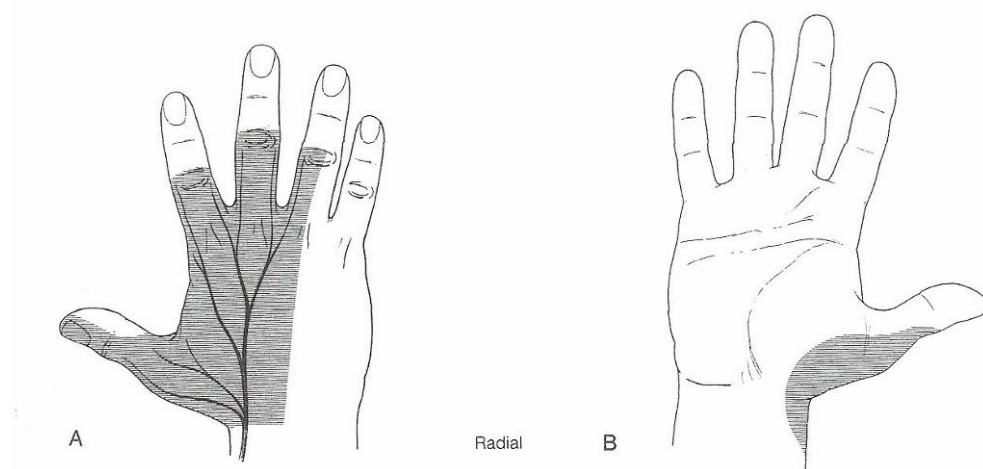
CHASE, R. A. Examination of the Hand and Relevant Anatomy. *Plastic Surgery*, 1990, Vol. 7, Part 1, pg. 4247- 4283

Obrázková příloha č. 3: Senzitivní zásobení ruky *n. ulnaris*



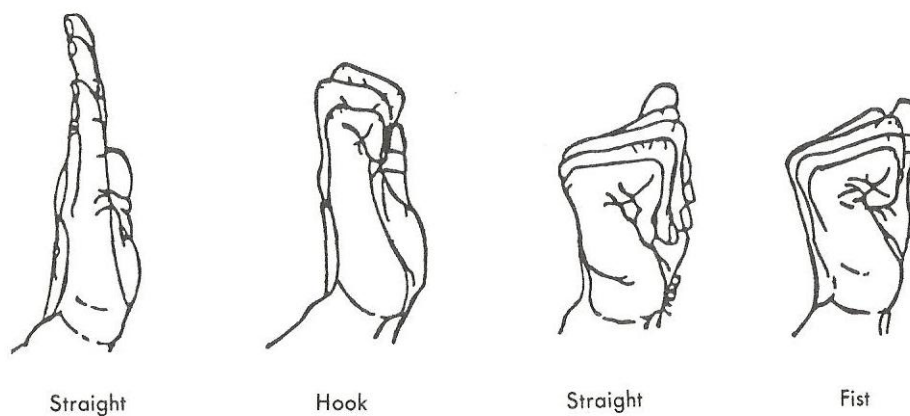
CHASE, R. A. Examination of the Hand and Relevant Anatomy. *Plastic Surgery*, 1990, Vol. 7, Part 1, pg. 4247- 4283

Obrázková příloha č. 4 Senzitivní zásobení ruky *n. radialis*



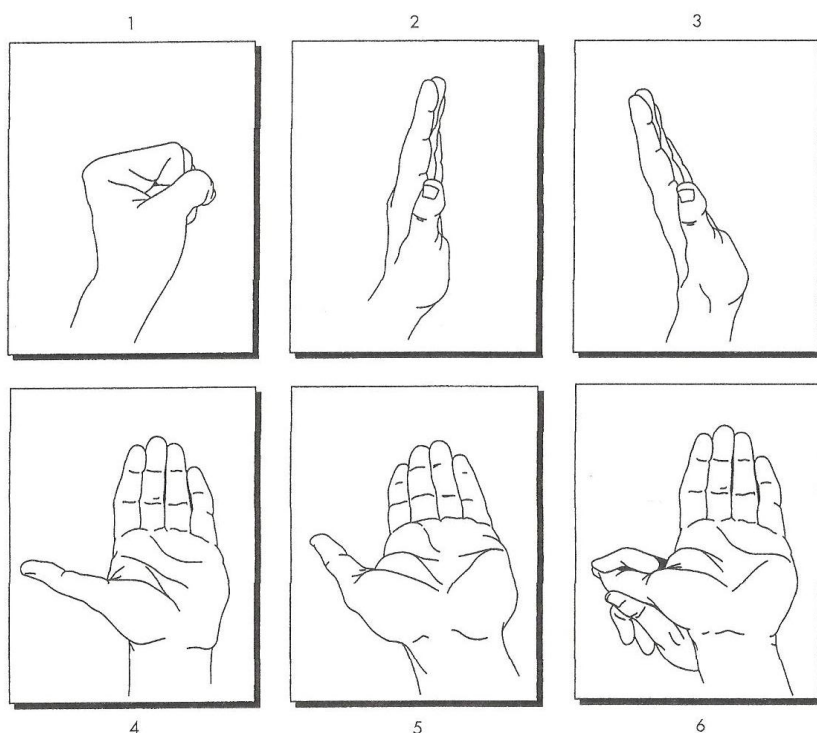
CHASE, R. A. Examination of the Hand and Relevant Anatomy. *Plastic Surgery*, 1990, Vol. 7, Part 1, pg. 4247- 4283

Obrázková příloha č. 5: Napínací cvičení šlach flexorů ruky



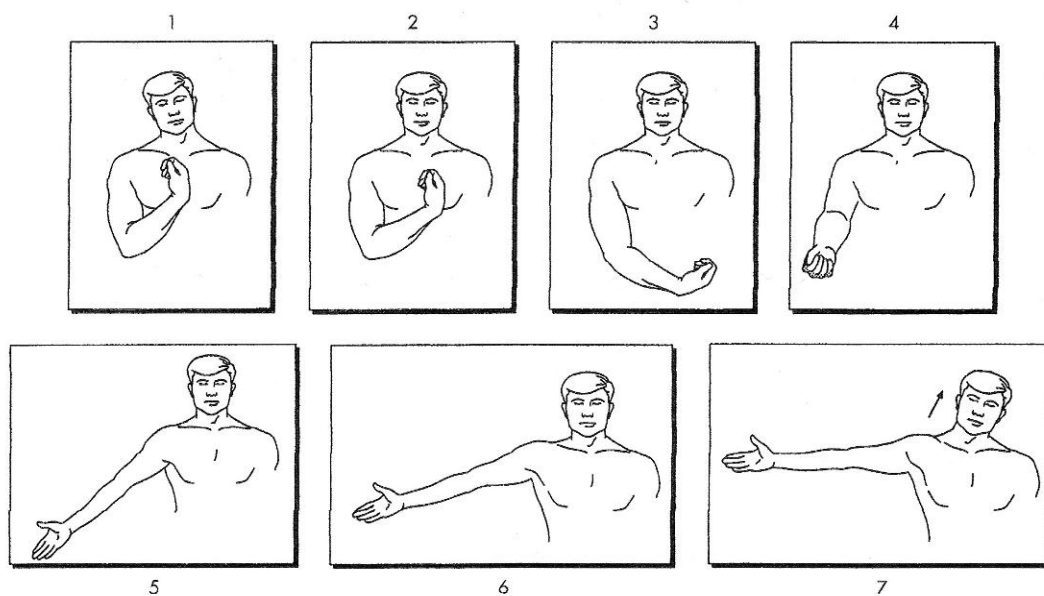
MACKIN, E. J. et al. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5. edition. St. Luisa: Mosby, 2002, Vol. 1. ISBN 0-323-01094-6

Obrázková příloha č. 6: Neurodynamická cvičení *n. medianus* v oblasti ruky



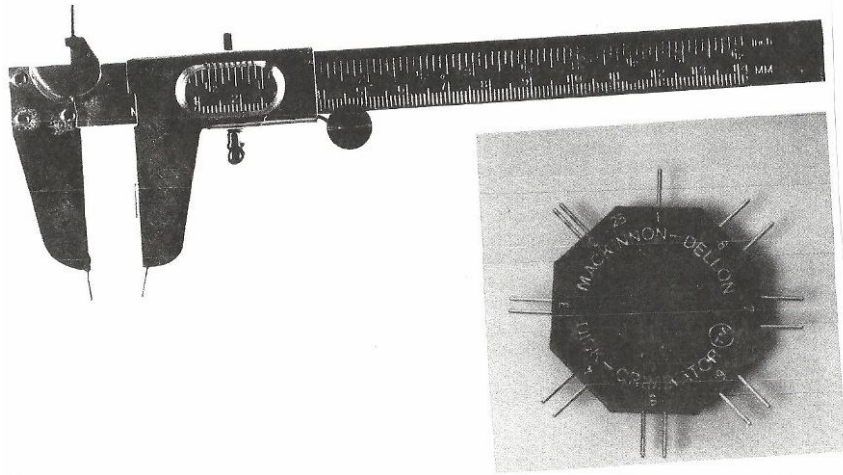
MACKIN, E. J. et al. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5. edition. St. Luisa: Mosby, 2002, Vol. 1. ISBN 0-323-01094-6

Obrázková příloha č. 7: Neurodynamické cvičení *plexus brachialis*



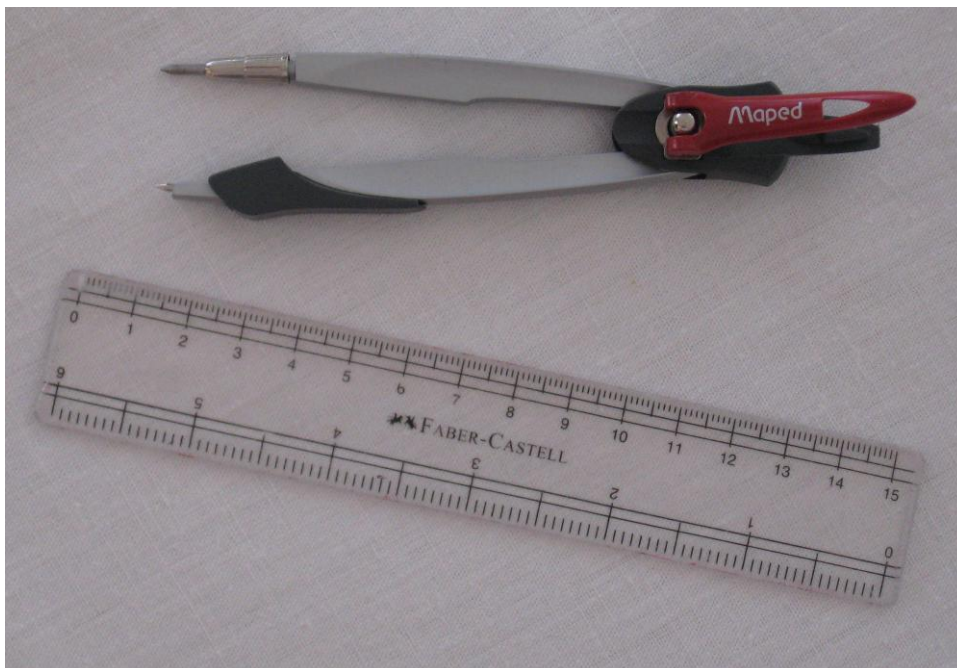
MACKIN, E. J. et al. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5th ed. St. Luisa : Mosby, 2002, Vol. 1. ISBN 0-323-01094-6

Obrázková příloha č. 8: Pomůcky pro vyšetřování dvobodové diskriminace



HUNTER, J. M. *Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy*. 4th ed. St. Louis: Mosby, 1995, Vol. 1. ISBN 0-8016-7125-6

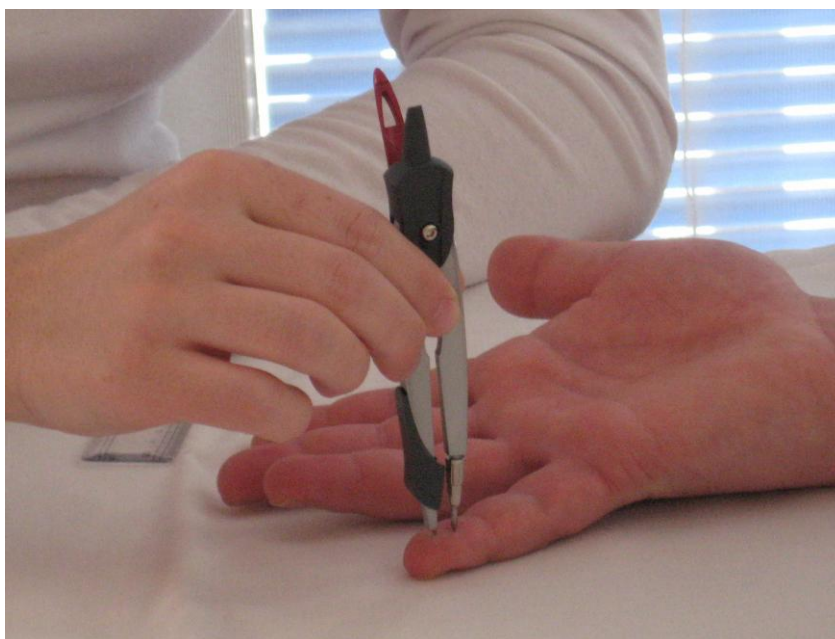
Obrázková příloha č. 9: Kružítko přestavěné dle vzoru Weberova kružítka použité ve výzkumu



Obrázková příloha č. 10: Vyšetřování diskriminačního čítí



Obrázková příloha č. 11: Vyšetřování diskriminačního čítí detail



Příloha č. 7: Tabulková příloha

Tabulka č. 1: Hodnoty diskriminačního čítí na poli č. 1 - operovaná ruka a neoperovaná ruka

Tabulka č. 2: Hodnoty diskriminačního čítí na poli č. 2 - operovaná ruka a neoperovaná ruka

Tabulka č. 3: Hodnoty diskriminačního čítí na poli č. 3 - operovaná ruka a neoperovaná ruka

Tabulka č. 4: Hodnoty pole č. 2 u oboustranného SKT

Tabulka č. 5: Hodnoty pole č. 2 u jednostranného SKT

Tabulka č. 6: Hodnoty pole č. 2 oboustranného SKT, kdy jedna ruka je již po operaci a měření bylo děláno před operací druhé ruky

Tabulka č. 7: Hodnoty pole č. 2 operované ruky u probandů s pooperační fyzioterapeutickou léčbou a bez fyzioterapeutické léčby

Tabulka č. 8: Hodnoty probanda č. 3

Tabulka č. 9: První kontrolní skupina - hodnoty 1. měření jsou hodnoty mého vlastního měření a 2. měření prováděla kolegyně fyzioterapeutka

Tabulka č. 10: Druhá kontrolní skupina bez klinických příznaků SKT

Poznámka:

- Hodnoty uvedené v tabulkách jsou v jednotkách milimetrů.
- Modrá výplň- probanda s pooperační fyzioterapeutickou léčbou

Tabulka č. 1: Hodnoty diskriminačního čítí na poli č. 1 - operovaná ruka a neoperovaná ruka

operovaná ruka				neoperovaná ruka			
Pole č. 1	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 1	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.1	2	4	-2	p.č.1	4	4	0
p.č.2	1	2	-1	p.č.2	2	3	-1
p.č.4	5	5	0	p.č.4	8	5	3
p.č.5	3	3	0	p.č.5	2	2	0
p.č.6	5	4	1	p.č.6	3	2	1
p.č.7	4	6	-2	p.č.7	7	5	2
p.č.8	6	4	2	p.č.8	5	3	2
p.č.9	5	4	1	p.č.9	6	5	1
p.č.10	5	5	0	p.č.10	4	3	1
p.č.11	3	4	-1	p.č.11	3	5	-2
p.č.12	4	4	0	p.č.12	7	5	2
p.č.13	4	3	1	p.č.13	3	4	-1
p.č.14	3	3	0	p.č.14	3	4	-1
p.č.15	1	2	-1	p.č.15	5	5	0
p.č.16	4	4	0	p.č.16	8	8	0
p.č.17	4	4	0	p.č.17	4	3	1
p.č.18	6	4	2	p.č.18	9	5	4
p.č.19	9	8	1	p.č.19	20	20	0
p.č.20	5	5	0	p.č.20	3	4	-1
p.č.21	4	5	-1	p.č.21	4	4	0
p.č.22	4	3	1	p.č.22	4	4	0
p.č.23	5	4	1	p.č.23	4	5	-1
p.č.24	4	5	-1	p.č.24	6	6	0
průměr	4,173913	4,130435	0,04348	průměr	5,391303	4,956522	0,43478
smodch	1,6963108	1,289973	1,10693	Smodch	3,750628	3,535254	1,44052

Tabulka č. 2: Hodnoty diskriminačního čítí na poli č. 2 - operovaná ruka a neoperovaná ruka

operovaná ruka				neoperovaná ruka			
Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.1	5	4	1	p.č.1	5	4	1
p.č.2	6	5	1	p.č.2	9	3	6
p.č.4	8	4	4	p.č.4	5	4	1
p.č.5	7	4	3	p.č.5	4	3	1
p.č.6	6	4	2	p.č.6	3	3	0
p.č.7	5	6	-1	p.č.7	5	5	0
p.č.8	8	5	3	p.č.8	6	6	0
p.č.9	10	5	5	p.č.9	9	6	3
p.č.10	5	4	1	p.č.10	4	4	0
p.č.11	3	3	0	p.č.11	3	9	-6
p.č.12	4	4	0	p.č.12	6	6	0
p.č.13	4	4	0	p.č.13	6	5	1
p.č.14	5	4	1	p.č.14	4	4	0
p.č.15	5	4	1	p.č.15	4	4	0
p.č.16	8	5	3	p.č.16	6	6	0
p.č.17	5	3	2	p.č.17	6	4	2
p.č.18	9	5	4	p.č.18	13	6	7
p.č.19	15	13	2	p.č.19	10	10	0
p.č.20	7	4	3	p.č.10	4	4	0
p.č.21	10	9	1	p.č.21	4	4	0
p.č.22	5	4	1	p.č.22	5	5	0
p.č.23	8	4	4	p.č.23	7	5	2
p.č.24	9	7	2	p.č.24	7	6	1
průměr	6,826087	4,956522	1,86957	průměr	5,8695652	5,043478	0,82609
smodch	2,6739853	2,184205	1,54638	smodch	2,4365465	1,744557	2,40553

Tabulka č. 3: Hodnoty diskriminačního čítí na poli č. 3 - operovaná ruka a neoperovaná ruka

operovaná ruka				neoperovaná ruka			
Pole č. 3	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 3	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.1	4	10	-6	p.č.1	15	10	5
p.č.2	10	10	0	p.č.2	10	10	0
p.č.4	17	16	1	p.č.4	3	4	-1
p.č.5	9	8	1	p.č.5	12	12	0
p.č.6	10	11	-1	p.č.6	8	8	0
p.č.7	12	18	-6	p.č.7	25	25	0
p.č.8	12	9	3	p.č.8	9	9	0
p.č.9	10	12	-2	p.č.9	10	13	-3
p.č.10	10	8	2	p.č.10	8	13	-5
p.č.11	12	12	0	p.č.11	15	15	0
p.č.12	12	13	-1	p.č.12	12	12	0
p.č.13	8	7	1	p.č.13	9	8	1
p.č.14	13	12	1	p.č.14	9	12	-3
p.č.15	6	5	1	p.č.15	10	8	2
p.č.16	14	13	1	p.č.16	10	10	0
p.č.17	16	13	3	p.č.17	16	16	0
p.č.18	15	12	3	p.č.18	20	14	6
p.č.19	15	15	1	p.č.19	15	15	0
p.č.20	7	8	-1	p.č.20	9	8	1
p.č.21	9	9	0	p.č.21	10	10	0
p.č.22	20	10	10	p.č.22	18	15	3
p.č.23	12	10	2	p.č.23	15	13	2
p.č.24	13	13	0	p.č.24	13	13	0
průměr	11,565217	11,04348	0,56522	průměr	12,217391	11,86957	0,34783
smodch	3,6906034	3,022315	3,04782	smodch	4,7189803	4,115429	2,34731

Tabulka č. 4: Hodnoty pole č. 2 u oboustranného SKT

operovaná				neoperovaná			
Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.7	5	6	-1	p.č.7	5	5	0
p.č.9	10	5	5	p.č.9	9	6	3
p.č.11	3	3	0	p.č.11	3	9	-6
p.č.14	5	4	1	p.č.14	4	4	0
p.č.15	5	4	1	p.č.15	4	4	0
p.č.16	8	5	3	p.č.16	6	6	0
p.č.17	5	3	2	p.č.17	6	4	2
p.č.18	9	5	4	p.č.18	13	6	7
p.č.22	5	4	1	p.č.22	5	5	0
p.č.23	8	4	4	p.č.23	7	5	2
p.č.24	9	7	2	p.č.24	7	6	1
průměr	6,545455	4,545455	2	průměr	6,2727273	5,454545	0,81818
smodch	2,296242	1,21356	1,84391	smodch	2,7961012	1,439697	3,09251

Tabulka č. 5: Hodnoty pole č. 2 u jednostranného SKT

operovaná				neoperovaná			
Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.4	8	4	4	p.č.4	5	4	1
p.č.5	7	4	3	p.č.5	4	3	1
p.č.10	5	4	1	p.č.10	4	4	0
p.č.20	7	4	3	p.č.10	4	4	0
průměr	6,75	4	2,75	průměr	4,25	3,75	0,5
smodch	1,258306	0	1,25831	smodch	0,5	0,5	0,57735

Tabulka č. 6: Hodnoty pole č. 2 oboustranného SKT, kdy jedna ruka je již po operaci a měření bylo děláno před operací druhé ruky

operovaná				neoperovaná- operace provedena dříve			
Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.1	5	4	1	p.č.1	5	4	1
p.č.2	6	5	1	p.č.2	9	3	6
p.č.6	6	4	2	p.č.6	3	3	0
p.č.8	8	5	3	p.č.8	6	6	0
p.č.12	4	4	0	p.č.12	6	6	0
p.č.13	4	4	0	p.č.13	6	5	1
p.č.19	15	13	2	p.č.19	10	10	0
p.č.21	10	9	1	p.č.21	4	4	0
průměr	7,25	6	1,25	průměr	6,125	5,125	1
smodch	3,7321	3,295018	1,0351	smodch	2,3566017	2,295181	2,0702

Tabulka č. 7: Hodnoty pole č. 2 operované ruky u probandů s pooperační fyzioterapeutickou léčbou a bez fyzioterapeutické léčby

RHB ANO				RHB NE			
Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl	Pole č. 2	1. měření	2. měření	rozdíl
p.č.2	6	5	1	p.č.1	5	4	1
p.č.5	7	4	3	p.č.4	8	4	4
p.č.9	10	5	5	p.č.6	6	4	2
p.č.10	5	4	1	p.č.7	5	6	-1
p.č.12	4	4	0	p.č.8	8	5	3
p.č.16	8	5	3	p.č.11	3	3	0
p.č.17	5	3	2	p.č.13	4	4	0
p.č.18	9	5	4	p.č.14	5	4	1
p.č.19	15	13	2	p.č.15	5	4	1
p.č.20	7	4	3	p.č.21	10	9	1
p.č.22	5	4	1	průměr	5,9	4,7	1,2
p.č.23	8	4	4	smodch	2,1317703	1,7029386	1,47573
p.č.24	9	7	2				
průměr	7,538462	5,153846	2,38462				
smodch	2,904462	2,544476	1,44559				

Tabulka č. 8: Hodnoty probanda č. 3

	operovaná		neoperovaná	
proband č. 3	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření
pole č. 1	2	3	4	4
pole č. 2	-	3	8	4
pole č. 3	10	9	11	11

Tabulka č. 9: První kontrolní skupina - hodnoty 1. měření jsou hodnoty mého vlastního měření a 2. měření prováděla kolegyně fyzioterapeutka

	ruka operovaná		ruka neoperovaná	
proband č. 1	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření
pole č. 1	4	4	7	7
pole č. 2	4	4	6	5
pole č. 3	14	14	13	11

proband č. 2	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření
pole č. 1	8	9	9	8
pole č. 2	9	9	6	6
pole č. 3	18	18	19	19

proband č. 3	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření
pole č. 1	3	3	3	4
pole č. 2	3	4	4	4
pole č. 3	12	12	9	9

Tabulka č. 10: Druhá kontrolní skupina bez klinických příznaků SKT

	Pole č. 1		Pole č. 2		Pole č. 3	
HK	pravá	levá	pravá	levá	pravá	levá
p.č. 1	2	3	4	5	10	9
p.č.2	3	4	3	5	15	15
p.č.3	2	2	3	3	7	7
průměr	2,333333333	3	3,333333333	4,333333333	10,66666667	10,33333333
smoch	0,577350269	1	0,577350269	1,154700538	4,041451884	4,163331999

