

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD  
Ústav klinické rehabilitace

Bc. Anna Staňková

**Posouzení míry poškození ipsilaterální ruky u pacientů  
po cévní mozkové příhodě**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Kateřina Wolfová

Olomouc 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Posouzení míry poškození ipsilaterální ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě“ vypracovala samostatně z uvedených zdrojů.

V Olomouci dne 20. 5. 2022

---

(podpis)

## **Poděkování**

Chtěla bych tímto poděkovat Mgr. Kateřině Wolfové za příjemnou spolupráci, vstřícné a odborné vedení, cenné rady a podnětné konzultace ohledně mé diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Kateřině Langové, Ph.D., za pomoc při statistickém zpracování výsledků.

## **Anotace**

**Název práce:** Posouzení míry poškození ipsilaterální ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě

**Název práce v anglickém jazyce:** Assessment of the ipsilateral hand impairment in poststroke patients

**Datum zadání:** 30. 1. 2021

**Datum odevzdání:** 20. 5. 2022

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav klinické rehabilitace

**Autor práce:** Bc. Anna Staňková

**Vedoucí práce:** Mgr. Kateřina Wolfová

**Oponent práce:** Mgr. et Ing. Vladimíra Soporská

### **Abstrakt v ČJ:**

**Úvod:** Unilaterální hemisféralní léze způsobená prodělanou cévní mozkovou příhodou (CMP) může způsobit senzomotorické poruchy kontralaterální ruky. Nedávné studie ukazují, že v určité míře je poškozená i zdravá, ipsilaterální ruka.

**Cíl:** Cílem této diplomové práce bylo posoudit míru poškození a vliv strany hemisféralní léze na funkci ipsilaterální ruky u pacientů po CMP.

**Metodika:** Měření se zúčastnilo 15 pacientů po CMP v akutním stadiu onemocnění, jejichž výsledky Nine-Hole Peg testu a dynamometrie byly porovnávány s 15 zdravými probandy odpovídajícího věku, pohlaví a dominance horní končetiny. U pacientů po CMP byla měřena pouze zdravá, neparetická ruka, u zdravých probandů byly měřeny obě ruce.

**Výsledky:** Výsledky měření prokázaly signifikantní deficit ipsilaterální ruky ve zručnosti ( $p = 0,00006$ ) a síle stisku ( $p = 0,0431$ ) ve srovnání s kontrolní skupinou. Nebyl však prokázán rozdíl ve výkonu ipsilaterální ruky při poškození pravé či levé mozkové hemisféry.

**Závěr:** Ipsilaterální ruka vykazuje významný senzomotorický deficit. Podle řady studií vhodná terapie ipsilaterální ruky vede ke zlepšení funkce obou stran.

**Abstrakt v AJ:**

**Introducton:** Unilateral brain lesions caused by stroke may result in sensorimotor deficit of contralateral hand. Recent studies have indicated that the ipsilateral hand, also presents sensorimotor impairment.

**Aim:** The aim of this master thesis was to assess impairment of the ipsilateral hand in poststroke patients and examine the effect of the side of brain lesion on the ipsilateral hand function.

**Methods:** Fifteen acute poststroke patients and fifteen sex-, age-, and hand dominance matched healthy controls performed the Nine-Hole Peg Test and the grip strength. Only the ipsilateral hand of the stroke survivors and both hands of the controls were assessed.

**Results:** There were significant differences of hand dexterity ( $p = 0,00006$ ) and grip strength ( $p = 0,0431$ ) between groups. In poststroke patient dexterity was more affected than the grip strength. There was no difference between left and right side of the lesion.

**Conclusion:** The ipsilateral hand has significant sensorimotor deficit. According to other studies optimal management of the less affected hand would promote motor and functional recovery on both the sides.

**Klíčová slova v ČJ:** stejnostranná/ipsilaterální ruka, stejnostranná/ipsilaterální horní končetina, cévní mozková příhoda

**Klíčová slova v AJ:** ipsilateral/ipsilesional hand, ipsilateral/ipsilesional upper limb, stroke

**Rozsah:** 76 stran/1 příloha

# Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	<b>10</b>
1 Cévní mozková příhoda .....	10
1.1 Ischemická cévní mozková příhoda (iCMP) .....	10
1.2 Hemoragická cévní mozková příhoda (hCMP) .....	13
2 Řízení motoriky .....	14
2.1 Spinální úroveň .....	14
2.2 Subkortikální úroveň.....	15
2.3 Kortikální úroveň .....	16
3 Řízení jemné motoriky .....	18
4 Hodnocení manipulačních funkcí ruky .....	20
4.1 Nýtkové testy .....	20
4.2 Poklepové testy .....	21
4.3 Úkolové testy .....	21
4.4 Orientační testy .....	23
4.5 Videografické metody.....	23
4.6 Vizuální hodnocení .....	24
4.7 Dotazníkové formy vyšetření.....	24
5 Hodnocení somatosenzorických funkcí ruky .....	25
5.1 Fabric matching test.....	25
5.2 Wrist position sense test .....	25
5.3 Rivemead Assesment of Somatosensory Performance (RASP).....	26
5.4 Nottingham Sensory Assessment.....	26
6 Hodnocení svalové síly .....	27
6.1 Svalový test.....	27
6.2 Dynamometrie .....	27
6.3 Motricity index .....	28
7 Poškození a rehabilitace kontralaterální ruky u pacientů po CMP .....	29
7.1 Farmakoterapie .....	29
7.2 Fyzikální terapie .....	30
7.3 Constraint induced movement therapy (CIMT).....	31

7.4	Bilaterální trénink .....	32
7.5	Zrcadlová terapie .....	33
7.6	Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF).....	34
7.7	Bobath koncept .....	34
7.8	Vojtova reflexní lokomoce (VRL).....	34
7.9	Představa pohybu .....	34
7.10	Roboticky asistovaná rehabilitace .....	35
8	Poškození a rehabilitace ipsilaterální ruky u pacientů po CMP .....	36
<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>		<b>45</b>
9	Cíle a hypotézy .....	45
9.1	Cíle.....	45
9.2	Hypotézy .....	45
10	Metodika .....	46
10.1	Charakteristika výzkumných skupin.....	46
10.2	Hodnotící testy .....	46
11	Výsledky .....	48
11.1	Výsledky testů.....	48
11.2	Statistické zpracování dat .....	50
11.3	Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování dat.....	53
12	Diskuze .....	54
12.1	Poškození síly stisku a svalové síly ipsilaterální ruky .....	54
12.2	Poškození jemné motoriky ipsilaterální ruky .....	55
12.3	Vliv strany léze na velikost deficitu ipsilaterální ruky .....	55
12.4	Další senzomotorické deficity ipsilaterální ruky .....	56
12.5	Vztah mezi kontralaterální a ipsilaterální rukou .....	57
12.6	Poškození ipsilaterální dolní končetiny .....	57
12.7	Využití v rehabilitaci .....	57
12.8	Limity měření .....	58
<b>ZÁVĚR.....</b>		<b>60</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>		<b>61</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>		<b>71</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>		<b>72</b>

<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>73</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>74</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>75</b>



## Úvod

Celosvětově je cévní mozková příhoda (CMP) druhou nečastější příčinou úmrtí a v mnoha vyspělých zemích je nečastější příčinou vzniku invalidity u dospělých. Klinický obraz CMP se odvíjí od místa, rozsahu a trvání poruchy cirkulace.

Strukturální změny centrálního nervového systému (CNS) způsobené prodělanou CMP mohou způsobit senzomotorické poruchy kontralaterální ruky. Některé nedávné studie však ukazují, že je v určité míře poškozená i zdravá, ipsilaterální ruka, která bývá v rehabilitaci pacientů po CMP opomíjena.

Cílem této práce je posoudit míru a vliv strany léze na poškození ipsilaterální ruky u pacientů po CMP v porovnání se zdravými jedinci odpovídajícího věku, pohlaví a dominance horní končetiny použitím Nine-Hole Peg Testu a dynamometru.

Pro tuto diplomovou práci bylo použito dohromady 85 zdrojů, z toho 62 zahraničních. Pro vyhledávání odborných článků byla použita tato klíčová slova: ipsilaterální ruka, ipsilaterální horní končetina, cévní mozková příhoda a jejich anglické ekvivalenty: ipsilateral/ipsilesional hand, ipsilateral/ipsilesional upper limb, stroke v databázích ScienceDirect, PubMed a Google Scholar.

## Přehled poznatků

### 1 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda neboli iktus je náhle vzniklé ložiskové nebo globální poškození mozkové tkáně vzniklé na základě poruchy cerebrální cirkulace. Za normálních okolností se mozková perfúze pohybuje kolem 50–60 ml/100 g tkáně za jednu minutu. K poruše funkce neuronů a rozvoji klinických příznaků CMP dochází v důsledku kritického snížení perfúze pod hodnotu 25 ml/100 g tkáně za jednu minutu. Při této hodnotě dochází k poruše synaptické funkce neuronů, ale nedochází ke strukturálnímu poškození tkáně. Při poklesu perfúze pod 15 ml/100 g tkáně za jednu minutu dochází k ireverzibilním strukturálním změnám a neurony zanikají (Ambler, 2006, s. 137).

V ischemickém ložisku dochází k lokální acidóze, vazoparalýze, influxu  $\text{Ca}^{2+}$  iontů do buněk a tvorbě volných kyslíkových radikálů. Vzniká kolikvační nekróza a následně pak postmalatická pseudocysta. Ischémie je rovněž doprovázena mozkovým edémem, který způsobuje kompresi kapilár, s maximem mezi 2. až 4. dnem po ischémii (Ambler, 2006, s. 137).

Mezi ovlivnitelné rizikové faktory vzniku CMP patří arteriální hypertenze, ischemická choroba srdeční, ateroskleróza, diabetes mellitus, dyslipidémie, polycytémie, obezita, kouření (až 2× vyšší riziko), užívání hormonální antikoncepce a nadměrná konzumace alkoholu. Mezi neovlivnitelné patří věk, kdy se popisuje logaritmická závislost věku na výskytu i mortalitě, a pohlaví, kdy u mužů ve středním věku je prevalence CMP o třetinu vyšší než u žen. Tento rozdíl se však s rostoucím věkem snižuje (Ambler, 2006, s. 141; Herzig, 2008, s. 16–21).

Klinické projevy CMP jsou velmi variabilní, kdy záleží na místě, rozsahu, příčině a trvání poruchy cirkulace. Existují dvě základní poruchy cirkulace, tj. ischemická (80 %) a hemoragická (20 %) (Ambler, 2006, s. 141).

#### 1.1 Ischemická cévní mozková příhoda (iCMP)

Ischemická CMP je nečastější a tvoří 80 % všech CMP. Příčiny vzniku iCMP můžeme rozdělit na obstrukční (okluzivní), kdy dochází k ucpaní cévy trombem či embolem a neobstrukční. Neobstrukční iCMP je způsobená hypoperfúzí či anoxií z extracerebrálních příčin, mezi něž patří například respirační a srdeční selhání, plicní embolizace, intoxikace oxidem uhelnatým, disekce extrakraniálních arterií a těžká dlouhotrvající hypotenze (Ambler, 2006, s. 140, 145).

Ischemická CMP se dělí podle vztahu k tepennému povodí na teritoriální, interteritoriální a lakunární, kdy dochází k poškození malých perforujících tepen (Ambler, 2006, s. 140).

Dále dělíme iCMP podle časového průběhu na:

- tranzitorní ischemickou ataku (TIA), při které klinické příznaky odezní do 24 hodin,
- reverzibilní ischemický neurologický deficit (RIND), kdy příznaky odezní do 2 týdnů,
- progredující iCMP (stroke in evolution), při které se příznaky postupně rozvíjí,
- a dokončenou iCMP (completed stroke), kdy dojde k ireverzibilnímu poškození mozkové tkáně ischemií s trvalým neurologickým deficitem (Ambler, 2006, s. 140).

Po prodělané CMP se popisují čtyři stadia onemocnění. V akutním stadiu je typická svalová slabost a hypotonie postižené části těla, jedná se o tzv. pseudochabé stadium. V subakutním stadiu dochází k rozvíjení spasticity, která bude popsána níže. Ve stadiu relativní úpravy dochází ke zlepšování stavu a obnově poškozených funkcí. Pokud již nedochází k úpravě funkcí, nastává chronické stadium (Kolář, 2009, s. 389).

Spasticita je definována jako patologické zvýšení tonického napínacího reflexu, který je závislý na rychlosti provedení pasivního pohybu. Vzniká na základě poruchy inhibičních funkcí mozku. Podílí se na ni hyperaktivita a zvýšená dráždivost  $\gamma$ -motoneuronů, která mění senzitivitu svalových vřetének, a v menší míře i přímá aktivita  $\alpha$ -motoneuronů. Mezi hlavní projevy spasticity patří hyperreflexie, asociované pohyby, klony, abnormální postavení končetin, poruchy selektivní, cílené a koordinované motoriky, snížení svalové síly a amplitudy cílené motoriky (Kolář, 2009, s. 61–62).

Rozlišujeme léze ve dvou základních povodích, tj. v karotickém a vertebrobasilárním (Ambler, 2006, s. 140, 141, 145).

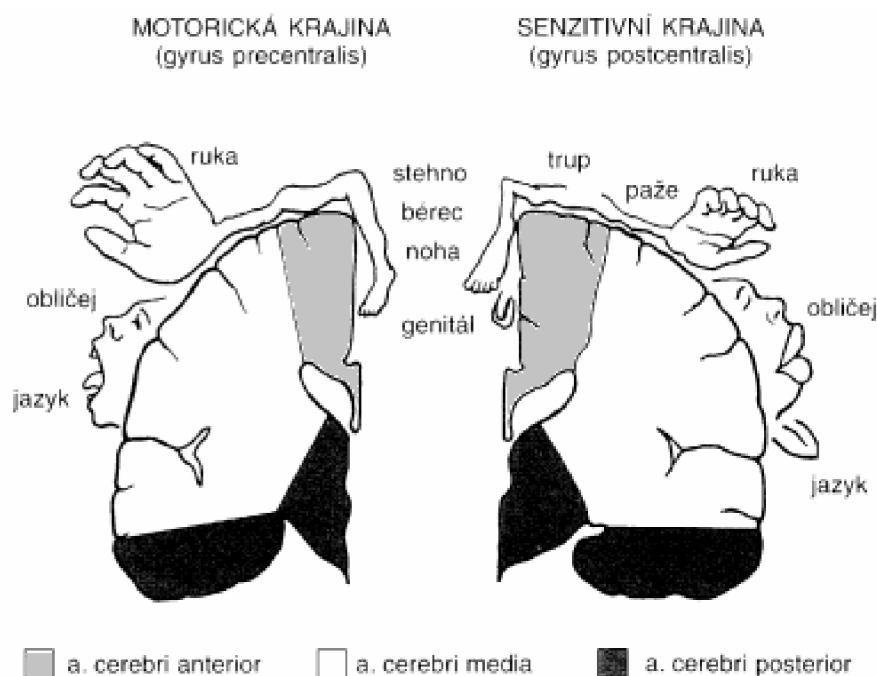
### **1.1.1 Léze karotického povodí**

Karotické řečiště (přední cirkulace) zásobuje mozkovou tkáň z 85 %. Poškození karotického povodí (obrázek 1, s. 12) se projeví hemisféralní lézí, mezi jejíž možné příznaky patří kontralaterální hemiparéza až hemiplegie, porucha čítí, afázie, poruchy vizu, psychické poruchy, epileptické paroxysmy a u těžkých iktů i poruchy vědomí (Ambler, 2006, s. 142).

A. cerebri anterior zásobuje mediální plochu frontálního a parietálního laloku. Porucha zásobení (3 % iCMP) se projeví hemiparézou, která je více zřetelná na dolních končetinách,

především akrálně. Porucha čítí je lehká. Popisují se sfinkterové a psychické poruchy např. apatie, abulie, demotivace a sociální dezinhibice (Ambler, 2006, s. 142, 144; Kalina, 2008, s. 33).

A. cerebri media zásobuje zbývající část parietálního a frontálního laloku a větší část temporálního laloku. Pro lézi a. cerebri media (50 % iCMP) je typická kontralaterální spastická hemiparéza až hemiplegie s maximem na horní končetině (HK), především akrálně, která může být doprovázena hemihypestézií zejména pro vibrační a taktilní čítí, hemiataxií a kontralaterální poruchou zorného pole. Pokud je poškozena dominantní hemisféra, vyskytují se i afázie. Při lézi pravostranné hemisféry velmi často popisujeme neglect syndrom (Ambler, 2006, s. 142, 144; Kalina, 2008, s. 33–34).



**Obrázek 1:** Schéma mozkových vaskulárních teritorií (Ambler, 2006, s. 141).

### 1.1.2 Léze verteobasilárního povodí

Léze verteobasilárního povodí (zadní cirkulace) mají mnohem závažnější prognózu. Projevují se kmenovou a mozečkovou symptomatikou, tj. například závratěmi, nystagmem, dysfagií, ataxií, cefaleou, poruchou vědomí, parestéziemi, poruchou vizu, poruchou rovnováhy a dysartrií. Senzitivní a motorické léze mohou být jednostranné i oboustranné (Ambler, 2006, s. 142).

A. cerebrii posterior nejčastěji vychází z verteobasilárního povodí, avšak občas i z karotického. Zásobuje část mezimozku, střední část mesencephala, okcipitální lalok a zadní dolní část temporálního laloku. Její léze (12 % iCMP) se mohou projevit poruchou

zraku, např. alexií, zrakovou agnozií nebo homonymní hemianopsií (Kalina, 2008, s. 35; Ambler, 2006, s. 142).

Kompletní uzávěr a. basilaris se projeví progredujícím či fluktuujícím obrazem mozkového syndromu, kvadruplegií a poruchou vědomí. Částečná léze se projeví alternujícím kmenovým syndromem (Ambler, 2006, s. 144–145).

Léze a. vertebralis může být klinicky němá, pokud je zásobení z druhostranné arterie dostatečné. V opačném případě se projevuje podobně jako léze a. basilaris (Ambler, 2006, s. 145).

## **1.2 Hemoragická cévní mozková příhoda (hCMP)**

Hemoragické CMP tvoří 20 % všech CMP, z čehož 17 % připadá na intracerebrální a 3 % na subarachnoidální krvácení. Hemoragické CMP jsou zatíženy větší úmrtností než iCMP (Ambler, 2006, s. 140).

Mezi příčiny hemoragického iktu patří chronická arteriální hypertenze, ruptura malých perforujících arterií, arteriovenózní malformace, hemoragické diatézy, abusus návykových látek a krvácení do mozkového tumoru (Ambler, 2006, s. 146–147).

Hemoragie je nejčastější v bazálních gangliích, v capsula interna, centrum semiovale, thalamu, mozečku a mozkovém kmeni (Ambler, 2006, s. 147).

Klinický obraz se odvíjí podle místa a rozsahu krvácení. Menší krvácení mozkovou tkáň pouze komprimuje. Typické pro tyto hemoragie jsou ložiskové příznaky dané místem krvácení. Krvácení většího rozsahu jsou expanzivní, destruuji mozkovou tkáň a projeví se těžkým neurologickým deficitem, který je provázen alterací celkového stavu pacienta, tj. poruchou vědomí, zvracením a bolestmi hlavy (Ambler, 2006, s. 147).

## 2 Řízení motoriky

Pohyb je jedním ze základních projevů života. Aktivita motorického systému se projevuje kontrakcí jednotlivých svalů a svalových skupin, které zajišťují stabilní, vzpřímené držení těla a lokomoci nutnou k zajištění základních potřeb a zálib.

Podnět k provedení pohybu vychází z asociačních korových oblastí. Základem každého pohybu jsou pohybové vzorce, které jsou uloženy v bazálních gangliích, asociačním kortexu a mozečku. Příkaz pro vykonání pohybu vysílá primární motorická korová oblast. Prostřednictvím hlavových a míšních nervů je informace předána k výkonným orgánům a vzniká pohyb. Pro vykonání účelné, cílené motoriky, která je složitá a vysoce organizovaná, je zapotřebí svalová koordinace (Véle, 1997, s. 87).

Pohybový systém generuje dva typy pohybů, tj. reflexní zajišťující rychlé, stereotypní, mimovolní pohyby vyvolané stimulem a cílenou, volní motoriku. Na řízení pohybu se podílejí všechny oddíly CNS (Ambler, 2006, s. 17).

### 2.1 Spinální úroveň

Spinální mícha se skládá z bílé hmoty, která spojuje periferii, jednotlivé oblasti míchy a supraspinální, vyšší centra řízení pohybu. Šedá hmota obsahuje malé a velké  $\alpha$ -motoneurony,  $\gamma$ -motoneurony, interneurony a vegetativní neurony. Vegetativní neurony řídí zásobování, prokrvení a trofiku tkání. Interneurony tvoří hustou síť oboustranně spojující periferii, kortikální a subkortikální řídicí oblasti a ovlivňují činnost motoneuronů (Véle, 1997, s. 62).

Řízení motoriky na spinální úrovni je především reflexní. Rozlišují se reflexy propioceptivní a exteroceptivní. Proprioceptivní reflexy vznikají podrážděním svalových vřetének či šlachových tělísek. Exteroceptivní se vybavují podrážděním kožních receptorů po bolest a dotyk. Tyto reflexy zajišťují a řídí postoj (extenzorový reflex) a obranu (flexorový reflex) (Véle, 1997, s. 63–64, 66).

Na míšní úrovni jsou přítomny pevné propioceptivní spoje, které zajišťují střídavé pohyby končetin během lokomoce. Horizontální komisurální spoje zajišťují, že při aktivaci svalu jedné končetiny je odpovídající sval druhostranné končetiny relaxován. Vertikální komisurální spoje funkčně spojují horní a dolní končetiny a umožňují zkřížený pohybový vzor lokomoce (Véle, 1997, s. 63).

## 2.2 Subkortikální úroveň

Subkortikální oblasti zajišťují nastavení úrovně logistiky a excitability motoneuronů a plynulou adaptaci během pohybu. Subkortikální oblasti inhibují působení spinálního servomechanismu, a tím zjemňují a stabilizují průběh pohybu. Po prodělané CMP může dojít k porušení inhibičního působení subkortikálních oblastí a ke vzniku spasticity. Na subkortikální úrovni dále probíhá automatizace a kontrola stereotypních pohybů, udržování vzpřímeného stoje a kontrola stability lokomoce (Véle, 1997, s. 70).

Subkortikální oblast je tvořena mozkovým kmenem, mezimozkem, mozečkem a bazálními ganglii.

Mozkový kmen se skládá z prodloužené míchy, Varolova mostu a středního mozku. Celou strukturou prochází retikulární formace. Truncus cerebri zajišťuje základní vitální, autonomní funkce a je sídlem nepodmíněných reflexů, tj. kašláni, zvracení, polykání apod. (Hudák, Kachlík, 2017, s. 402).

Mozeček má převážně inhibiční funkci, cizeluje, zjemňuje a zpřesňuje pohyb. Cerebellum se podle funkce dělí na spinocerebeum, vestibulocerebellum a cerebrocerebellum. Spinální část má komparační funkce, tj. zpětnovazebně porovnává plán pohybu s jeho průběhem a pohyb predikuje. Vestibulární část zajišťuje udržování vzpřímené polohy, stabilitu chůze a automatické oční pohyby. Cerebrální část se společně s kortexem a bazálními ganglii podílí na kontrole vědomého i podvědomého pohybu, plánování a programování pohybu. Léze mozečku se projeví poklesem svalového tonu, dysmetrií, intenčním třesem, okohybnými poruchami, poruchou kontroly pohybu a asynergiemi (Dylevský, 2009, s. 39, 50; Hudák, Kachlík, 2017, s. 418).

Bazální ganglia jsou uložena v bílé hmotě hemisfér koncového mozku. Koordinují mimovolní a cílenou motoriku, podílí se na programování a plánování pohybu a vytvářejí vzorce po řízení síly, rychlosti, směru a amplitudy pohybu (Dylevský, 2009, s. 40, 54; Hudák, Kachlík, 2017, s. 439).

Mezimozek koordinuje senzitivní a senzorké informace s motorickými, integruje a přepojuje aferentní informace do mozkové kůry. Dělí na thalamus, epithalamus, subthalamus, a hypothalamus. Hypothalamus řídí autonomní a endokrinní systém. Subthalamus je zapojen do okruhů bazálních ganglií (Dylevský, 2009, s. 51; Hudák, Kachlík, 2017, s. 424, 430).

## 2.3 Kortikální úroveň

Kortikální oblast je nejvyšší úrovní integrace a řízení volní, ideokinetické motoriky. Záměr vykonat pohyb prostupuje všemi oblastmi řízení pohybu. Na průběh ideokinetické motoriky má vliv také psychický stav, kognice a intelekt (Véle, 1997, s. 76).

Telencephalon se skládá ze dvou hemisfér, jejichž uspořádání i funkce je odlišná. Levá hemisféra je u většiny lidí dominantní pro tvorbu a porozumění řeči, čtení, psaní a základní postupy při řešení problémů (logické myšlení). Pravá hemisféra je dominantní pro zpracování vizuálních a prostorových informací a rozpoznání objektů. Koordinovaná součinnost obou hemisfér, zajištěna komisurálními vlákny, je nezbytně nutná pro optimální zpracování informací z periferie, vypracování adekvátních motorických programů a zajištění psychických funkcí (Koukolík, 2002, s. 255).

Kůra koncového mozku je vysoce organizovaná tkáň, která je uspořádána do vrstev a je vertikálně i horizontálně integrována. Skládá se z mnoha typů neuronů, které se liší větvením dendritů a axonů, tvarem těla a expresí mediátorů. Kůra se v různých oblastech liší tloušťkou, zastoupením typů neuronů, funkcí a aferentními a eferentními spoji. Kůra byla na základě rozdílné cytoarchitektoniky rozdělena Brodmannem na 52 areí (Dylevský, 2009, s. 55).

Na řízení cílené, vědomé a úmyslné motoriky se podílí primární a premotorická motorická oblast a kůra temenního, týlního a spánkového laloku (Dylevský, 2009, s. 58).

### 2.3.1 Primární motorická oblast (MI) – area 4

Primární motorická oblast, tzv. kinestetický analyzátor, je uložena v gyrus praecentralis a na ventrální ploše gyrus centralis. V páté vrstvě se nacházejí tzv. Becovy buňky, při jejichž dráždění dochází ke kontrakci svalů na kontralaterální části těla. Kůra je uspořádána somatotopicky, kdy jsou neurony seskupeny ve vztahu k jednotlivým částem těla. Svaly ruky, které zajišťují jemné a obratné pohyby, jsou zastoupeny větším počtem neuronů než např. svaly trupu. MI přijímá aferentní informace z thalamických jader, premotorické kůry a primární somatosenzitivní oblasti. Z MI vede tractus kortikospinalis (pyramidová dráha) a tracus kortikobulbaris. Tyto dráhy vysílají informace k dolním  $\alpha$ -motoneuronům a interneuronům ve spinální míše a k jádrům hlavových nervů. Poškození MI se projeví kontralaterální hemiparézou (Dylevský, 2009, s. 57–58; Hudák, Kachlík, 2017, s. 436).

### 2.3.2 Premotorická oblast (PM) – area 6

Premotorická oblast nebo též sekundární motorická oblast je uložena před MI na ventrální ploše gyrus praecentralis a zadních částí frontálních gyrů. PM dostává aferentní informace



z thalamických jader a ze zrakových oblastí a vydává signál do retikulární formace, MI, mozečku, bazálních ganglií a nukleus ruber. PM je aktivní při přípravě pohybu a při změnách motorického programu. PM zajišťuje hrubé a méně přesné pohyby. Poškození v této oblasti se projeví slabostí kontralaterálních kořenových svalů a ideomotorickou apraxií (Dylevský, 2009, s. 58; Hudák, Kachlík, 2017, s. 436).

### **2.3.3 Suplementární motorická oblast (MII) – area 6**

Doplňková motorická oblast je uložena na mediální ploše frontálního laloku. Získává informace z thalamických jader a z asociačních oblastí a vysílá signály do MI, retikulární formace, mozečku, bazálních ganglií, nukleus ruber a spinální míchy. Podráždění této oblasti se projeví složitými bilaterálními pohyby. Oboustranné poškození vede k akinézii a zástavě řeči (Dylevský, 2009, s. 60–61; Hudák, Kachlík, 2017, s. 436).

### 3 Řízení jemné motoriky

Dráhy zajišťující obratnou motoriku jsou nejčastěji dvouneuronové, umožňující přesnější pohyby s kratší reakční dobou. Jemná motorika vyžaduje větší účast vědomí při řízení než posturálně-lokomoční motorika. Obratné pohyby se dají zautomatizovat, takže pohyb pobíhá podvědomě, ale spouštění těchto automatismů je vždy pod přímou volní kontrolou. Obratné pohyby nejsou geneticky fixovány, ale vznikají motorickým učením (Véle, 1997, s. 88–89).

Pro provedení a průběh obratné motoriky je nezbytně nutné zmapovat prostor zrakem a hmatem. Bez těchto aferentních informací o prostředí a kontinuální zpětné vazby nemůže obratný pohyb vzniknout. Koordinaci vizuomotorických funkcí zajišťují dva okruhy. Dorsolaterální okruh, který umožňuje držení, zahrnuje zrakovou oblast, přední intraparietální oblast a rostrální část přední premotorické kůry. Dorsomediální okruh, zajišťující sahání, se skládá ze zrakové kůry, přední části okcipito-parietální rýhy a spodní zadní premotorické kůry. Bazální ganglia se pak podílejí na plánování a stanovení parametrů stisku (Prodoehl, Corcos, Vaillancourt, 2009, s. 902).

Na průběhu obratných pohybů se podílí levý parietální lalok, jenž přijímá informace ze zrakové oblasti a z pravého parietálního laloku. Pro pohyb pravé končetiny vysílá levý parietální lalok informace do levé frontální kůry. Po pohyb levé končetiny, vede levý parietální lalok zpracované informace do pravého frontálního laloku přes corpus callosum (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 83).

Velmi důležité jsou také posturálně-lokomoční funkce, které zajišťují stabilitu trupu a pletence končetiny, a tím i optimální polohu po manipulaci (Véle, 1997, s. 88–89).

V průběhu unilaterálních činností, hemisféra řídící pohyb kontralaterální končetiny inhibuje druhou hemisféru. Transcallózní inhibiční projekce slouží jako prevence zrcadlových pohybů druhé končetiny. Dominantní hemisféra inhibuje lépe než nedominantní. Při bilaterálních pohybech jsou tyto dráhy dezinhibovány a umožňují přelítí aktivity (McCombe, Whitall, 2004, s. 1081).

Většinu denních činností vykonáváme bilaterálně. Na řízení bilaterálních aktivit se podílí struktury ve středním frontálním laloku, zadní části parietální kůry dominantní hemisféry, mozeček a bazální ganglia (Wiesendanger, Serrien, 2001, s. 232). Bilaterální pohyby se dělí na symetrické a asymetrické. Během symetrických činností jsou oboustranně aktivované stejné svalové skupiny a odpovídající části hemisfér (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 85).

V asymetrických aktivitách upřednostňujeme jednu ruku před druhou, kdy je jedna ruka při aktivitě vedoucí (dominantní) a druhá pomocná. V unilaterálních aktivitách je dominance nejméně výraznější. Dominantní ruka pracuje rychleji, přesněji a bývá také silnější. Z hlediska funkční laterality rozlišujeme praváctví, leváctví a nevyhraněnou laterality tzv. ambidextrií. U většiny populace je dominantní pravá ruka, která je řízená z levé hemisféry (Véle, 1997, s. 88). Velká převaha praváků v populaci je kromě vlivu prostředí, ve kterém jedinec vyrůstá, dána také geneticky, neboť bylo pozorováno, že již v prenatálním období 83 % plodů častěji hýbe pravou horní končetinou a 95 % z nich si vkládá do úst pravý palec (Koukolík, 2000, s. 252). Dominance HK se v ontogenezi vyvíjí na základě sensorických zkušeností, symetrických motorických aktivit, které předchází lateralizovaným a asymetrickým činnostem, a na základě reorganizace kortikálních polí a kalózních spojů pro palec a prsty. Laterality se u dětí vyvíjí před druhým rokem života a stabilizuje se v šesti letech (Van Grunsven, 2003, s. 1044).

Funkční převaha jedné ruky souvisí i s uložením řečových, komunikačních center, která se nejčastěji nachází ve stejné hemisféře, jež řídí pohyb dominantní horní končetiny. Je to dáno tím, že se řeč vyvinula z posunkové řeči v závislosti na asymetrii motorického kontrolního systému. Dalším důvodem vazby dominance HK a řeči na stejnou hemisféru je skutečnost, že obě funkce vyžadují jemnou a přesnou motorickou kontrolu. Uložení řečových center a dominance horní končetiny však na sobě nezávisí plně (Véle, 1997, s. 88; Toga, Thompson, 2003, s. 37–38).

## **4 Hodnocení manipulačních funkcí ruky**

Manipulování s předměty, tj. schopnost cíleně uchopit a použít předměty, je považováno za základní funkci ruky.

V průběhu testování manipulačních funkcí se hodnotí, zda a jak snadno je pacient schopen úkol splnit a také hodnotíme zvolenou strategii a samotný průběh pohybu (timing, přesnost, rychlost apod.) (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 89).

Při hodnocení je nejvýhodnější kombinace různých typů testů, které nám umožní přesněji určit a objektivizovat vzniklý deficit. Testy dále slouží také jako zpětná vazba probíhající terapie (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 89–90).

### **4.1 Nýtkové testy**

Nýtkové neboli kolíčkové testy se zaměřují na vyšetření precizního úchopu. Tyto testy jsou vhodné k hodnocení obnovy motorických funkcí v konečných fázích uzdravování pacienta (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 91).

#### **4.1.1 Nine-Hole Peg Test (NHPT)**

Nine-Hole Peg test neboli devítikolíčkový test je nejčastěji používaný nýtkový test, který se používá na hodnocení obratnosti a rychlosti ruky. Úkolem pacienta je pomocí jedné ruky co nejrychleji umístit devět kolíčků do dírek testovací desky a poté je po jednom vrátit zpět do misky. Hodnotí se čas, za který testovaný splní zadání. Pokud proband nestihne umístit 9 kolíčků do 60 sekund, v testování se dále nepokračuje. Celková doba testování se pohybuje kolem 10 minut. Test je validní a u pacientů po CMP má reliabilitu kolem 0,85 (Matchowetz et al., 1985, s. 25–26, 31; Kvapilová et al., 2019, s. 134).

#### **4.1.2 Purdue Pegboard Test (PPBT)**

Purdue Pegboard neboli purdueský test byl vyvinut v roce 1948 Josephem Tiffinem, jenž ho používal pro hodnocení lidí pracujících v průmyslovém odvětví. Test hodnotí zručnost a schopnost pacienta provádět rychlé, obratné a kontrolované pohyby rukou. Test se skládá ze dvou řad otvorů, do kterých se vkládají svorky, podložky a kroužky. Purdueský test se skládá ze čtyř dílčích subtestů. Prvním úkolem je za dobu 30 sekund umístit pravou rukou co nejvíce svorek. Druhý subtest je obdobný a hodnotíme levou ruku. Třetí hodnotí, kolik svorek pacient umístí za 30 sekund oběma rukama. Posledním subtestem je montáž, kdy má pacient za jednu minutu umístit svorku, na ní podložku, kroužek a nakonec podložku.

Hodnotí se počet svorek, které byl schopen pacient umístit v jednotlivých subtestech za daný časový limit. Test má standardizované normy a byla u něj ověřena reliabilita (Hardin, 2002, s. 19–20).

#### **4.1.3 Functional dexterity test**

Test funkční zručnosti se skládá ze čtvercové destičky se 16 otvory a 16 kolíky. Hodnotí se čas, za který je pacient schopen kolíčky umístit do otvorů. Pokud pacient přesáhne 55 sekund, dostane hodnocení „nefunkční“ (Aaron, Jansen, 2003, s. 13–15, 20).

#### **4.1.4 Minnesotské rychlostní manipulační testy (MMDT)**

Tento test slouží k hodnocení manipulace větších objektů horní končetinou. Zahrnuje dva subtesty. V subtestu umísťování má pacient za úkol za 45 sekund umístit 60 špalíčku do otvorů. Hodnotí se počet umístěných špalíčků. V subtestu otáčení pacient jednou rukou vyjme špalíčky z otvorů, otočí je a druhou rukou je uloží zpět do dírek. Hodnotí se počet otočených špalíčků za 35 sekund (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 95).

### **4.2 Poklepové testy**

Poklepové či tzv. tapping testy měří rychlost poklepu jedním nebo více prsty na konkrétně dané místo. Samostatné použití těchto testů se nedoporučuje, neboť nevypovídají o manipulační funkci ruky jako celku (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 91).

#### **4.2.1 Střední poklepový test**

Střední poklepový test slouží k měření rychlosti pohybu v zápěstí a prstů. Pacient se snaží co nejrychleji klepnout rukou v kruhu. Hodnotí se počet dokončených kruhů za 30 sekund (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 97).

### **4.3 Úkolové testy**

Tyto testy se zaměřují na hodnocení plnění úkolů, které patří mezi běžné denní aktivity. Používají se také k hodnocení pracovní zručnosti (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 91).

#### **4.3.1 Box and Block Test of Manual Dexterity**

Test slouží k hodnocení obratnosti prstů. Skládá se ze 150 kostek a dvou boxů oddělených přepážkou. Pacient se snaží přemístit dominantní rukou co nejvíce kostek z jedné přihrádky do druhé. Poté se měří nedominantní ruka. Hodnotí se počet přemístěných kostek za 1 minutu (Yancosek, Howell, 2009, s. 260).

#### **4.3.2 Jebsen-Taylor Hand Function test (JTHFT)**

Jebsen-Taylorův test hodnotí funkce ruky, které jsou potřebné pro vykonávání běžných denních činností u lidí od 20 do 94 let. Skládá se ze sedmi podtestů, které se měří zvlášť. Jedná se o napsání krátké věty, sbírání drobných předmětů, otáčení karet, simulace jezení, zvedání lehkých a těžších plechovek a stavění věže. Hodnotí se čas, za který proband dokáže úkol splnit. Testování trvá zhruba 15–20 minut. Nevýhodou testu je, že nehodnotí kvalitu provedení a bimanuální koordinaci. Test je standardizovaný a obsahuje normy pro muže a ženy ve věkových skupinách od 20 do 59 let a od 60 do 94 let. Reliabilita testu u pacientů po CMP se pohybuje kolem 0,73 (Yancosek, Howell, 2009, s. 261; Kvapilová et al., 2019, s. 134).

#### **4.3.3 In-Hand Manipulation test**

Test hodnotí schopnost manipulovat předměty v ruce. Skládá z 5 testů, tj. pohyb předmětem od prstů k dlaní, od dlaně k prstům, posun pomocí polštářků prstů, otáčení předmětem o méně než 180° s využitím opozice palce proti prstům a komplexní otáčení předmětu o více než 180°. Hodnotí se čas potřebný ke splnění úkolu. Používají se předměty třech velikostí (Exner, 1993, s. 505–506).

#### **4.3.4 Upper extremity Performance test for the Elderly**

Test je určen pro pacienty starší 60 let. Skládá se ze 13 subtestů. Pět podtestů hodnotí bimanuální koordinaci, tj. vložení kávové lžičky do úst, odemykání zámku, otevírání lékovky, vypsání obálky, zamíchání a rozdání hracích karet a zavázání šátku. Zbývající subtesty se provádějí pouze jednou rukou a zahrnují zvednutí džbánu, nalití vody do sklenice, manipulace s mincemi, zvedání a pohybování malými předměty. Hodnotí se čas a provedení úkolu na čtyřbodové škále (Desrosiers, 1995, s. 1125).

#### **4.3.5 Frenchay Arm Test**

Frenchay Arm Test je určený pro testování pacientů po CMP. Vyšetření probíhá vsedě a skládá se z 5 úkolů. Pacient přidržuje postiženou rukou pravítko a druhou rýsuje, dále drží válec ve výšce 15 cm nad podložkou a zvedá ho do výšky 30 cm, zvedá poloplnou sklenici s vodou a napije se, sundá a přemístí kuličku na prádlo a učeše si vlasy. Hodnotí se počet získaných bodů (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 103).

#### **4.3.6 Funkční test horní končetiny dle Hany Kolesové**

Tento test se skládá ze tří částí. První část hodnotí manipulační dovednosti v rámci běžných denních činností např. manipulace s klíči, šroubování matice prsty, zapíchnutí pěti

špendlíků, vytáčení číslic na telefonu. Druhá část slouží k vyšetření svalové síly. Poslední test slouží k vyšetření jemné motoriky. Skládá se z navlékání korálků a nýtkového testu tvořeného 50 kolíčky, které musí pacient jednou rukou umístit do otvorů. U nýtkového testu se hodnotí i bilaterální koordinace, kdy pacient umísťuje oběma rukama nýtky s podložkami do dírek (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 103–104).

#### **4.3.7 Wolf Motor Function test**

Wolfův motorický funkční test se používá k hodnocení motorických funkcí u pacientů po CMP. Test se skládá ze 17 úkolů, z nichž 15 je zaměřeno na pohyb a funkci horní končetiny a dva na její sílu. V testování se postupuje od lehčích aktivit k těžším. Mezi hodnocené aktivity patří například položení předloktí na stůl, zvednutí kancelářské sponky nebo tužky. Provedení funkční aktivity je hodnoceno šesti body. Silové úkoly jsou hodnoceny podle síly stisku a zvednuté váhy (Yankosek, Howell, 2009, s. 267; Wolf, 2001, s. 1635).

### **4.4 Orientační testy**

Orientační testy se používají pro rychlé zjištění poruchy funkce ruky.

#### **4.4.1 Funkční test dle Masného**

Tento test hodnotí schopnost ruky provést špetku, štipec, háček, stříšku, opozici palce, válcový a kulový úchop. Poté se měří síla stisku dynamometrem. Terapeut hodnotí schopnost provést úchopy, bimanuální koordinaci, koordinaci ruky a dalších segmentů horní končetiny, taxi, obratnost a rychlost pohybu (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 92).

### **4.5 Videografické metody**

Videografické metody umožňují zachytit způsob provedení, taxi, přesnost a jednotlivé fáze pohybu. Jejich výhodou je zpětné porovnání průběhu pohybu před a po terapii.

#### **4.5.1 Actual Amount of Use Test**

Tento test hodnotí míru používání postižené horní končetiny v rámci běžných denních činností. Vyšetřuje se 17 aktivit a testující zapisuje, kolikrát (dvoubodová škála) a jakým způsobem (pětibodová škála) pacient zapojil do aktivity postiženou horní končetinu (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 92–93)

## **4.6 Vizuální hodnocení**

### **4.6.1 Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu**

Tento test umožňuje hodnocení funkce ruky u pacientů po CMP. Úkolem pacienta je uchopit, přenést, položit a pustit plechovku. Na šestibodové škále se hodnotí čtyři fáze úchopu, tj. dosahování, přípravu úchopu a úchop, manipulace a uvolnění ruky (Hillerová, Mikulecká, Mayer, Vlachová, 2006, s. 108).

### **4.6.2 Test manipulačních funkcí podle Vyskotové**

Jedná se o standardizovaný test s ověřenou reliabilitou, objektivitou a validitou. Skládá se ze 17 subtestů. Umožňuje testovat různé typy úchopů a hodnotí schopnost provádět unimanuální i bimanuální úkony s využitím pěti objektů stavebnice Ministav, tj. jehly, domu, kostky, jehlanu a mumie (Vyskotová, Vaverka, 2007, s. 50–51).

## **4.7 Dotazníkové formy vyšetření**

Dotazníky umožňují zkoumání psychického stavu, motivace, obav a subjektivního vnímání ztráty dané funkce (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 91).



## **5 Hodnocení somatosenzorických funkcí ruky**

Motorickou funkci ruky nelze oddělit od senzorické. Aferentní senzorické informace jsou důležitým kontrolním činitelem pro motorické funkce.

Porucha čítí u pacientů po CMP, která se vyskytuje až u 60 % pacientů, má negativní vliv na kvalitu a výslednou obnovu motorických funkcí. Podle poruchy čítí je možné stanovit prognózu (Macháčková, Konečný, Vyskotová, 2021, s. 162).

Pacienti po CMP mohou mít různě velký deficit čítí, který se může nacházet kontralaterálně, ipsilaterálně nebo bilaterálně. Test volíme tak, aby bylo možné popsat postiženou oblast, modalitu a odhalit poruchu zpracování (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 114).

Testování somatosenzorických funkcí je zatíženo subjektivní chybou např. aplikací různě velkého tlaku. Hodnotí se exteroceptivní čítí (taktilní, termické a algické) a propioceptivní čítí (kinestézie, statestézie a palestézie) (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 114, 116).

### **5.1 Fabric matching test**

Test srovnávání povrchů látek slouží k hodnocení diskriminačního čítí. Skládá se z deseti různých standardizovaných povrchů, které jsou seřazené od nejjemnějšího po nejhrubší na dvou kruhových podložkách. Cílem testovaného je přiřadit k sobě stejný typ povrchu. Nejprve se testuje parétická ruka, poté zdravá. Testování jedné ruky trvá 10 minut. Test je reliabilní, validní a má standardizované hodnocení (Vyskotová, Macháčková, 2013 s. 121).

### **5.2 Wrist position sense test**

Test statestézie zápěstí slouží k popsání schopnosti určit polohu zápěstí. Test se používá zejména u pacientů po CMP. Statestézie a obnova porušených motorických funkcí po prodělané CMP spolu úzce souvisejí a podle statestézie je možné určit prognózu obnovy motorických funkcí. Ztráta této modality čítí ovlivňuje kvalitu motorické kontroly (Vyskotová, Macháčková, 2013, s. 128).

Testuje se 20 předem daných úhlů v zápěstí v sagitální rovině. Testovací zařízení se skládá z úhloměřů umístěných na vrchní a spodní destičce zařízení a dlahy, která fixuje předloktí ve středním postavení. Na spodní stupnici nastaví testující požadovaný úhel v zápěstí. Proband nevidí svou ruku ani dolní stupnici zařízení. Proband je pak požádán, aby na horní stupnici nastavil ukazovátko úhloměru do stejného úhlu. Pokud existuje

diskrepance mezi oběma úhly, testující přesně odečte jejich rozdíl. Test je reliabilní a validní a trvá asi 15 minut (Carey, Oke, Matyas, 1996, s. 1273).

### **5.3 Rivemead Assesment of Somatosensory Performance (RASP)**

Rivermeadské hodnocení somatosenzorických funkcí je standardizovaná vyšetřovací metoda, která se skládá ze sedmi podtestů hodnotících modalitu čítí. Jednotlivé subtesty jsou:

- rozlišení ostrých a tupých předmětů,
- povrchový tlakový dotyk,
- povrchová lokalizace,
- bilaterální doteková diskriminace,
- dvoubodová diskriminace,
- vyšetření termického čítí,
- vyšetření statostézie a kinestézie (Winward, Halligan, Wade, 2002, s. 524–525).

K testování se používá standardizovaná baterie RASP. Pro hodnocení rozlišení ostrých/tupých předmětů se používají esteziometry pro taktilní čítí tzv. neurometry. Jeden neurometr má ostrý konec, druhý tupý. Neurometr obsahuje i odpružený límec, který zajišťuje stálý tlak. Neurometry se používají rovněž pro hodnocení povrchového tlakového dotyku, povrchové lokalizace a bilaterální dotekové diskriminace. Pro hodnocení bodové diskriminace se používá dvoubodový neurodisk. Na vyšetření termického čítí se používají esteziometry s ukazatelem teploty tzv. neurotempy. Testuje se nejprve postižená horní končetina a poté zdravá. Testování trvá asi 30 minut (Winward, Halligan, Wade, 2002, s. 524–525).

### **5.4 Nottingham Sensory Assessment**

Jedná se o standardizované hodnocení somatosenzorických funkcí ruky u pacientů po CMP. Test byl vyvinut k odhalení poruch čítí a sledování jejich změn. Testování se skládá ze čtyř subtestů, které hodnotí taktilní citlivost, propiocepci, stereognózi a dvoubodovou diskriminaci. Testování probíhá vsedě na židli. Hodnotí se čítí deseti oblastí těla (Lincoln, Jackson, Adams, 1998, s. 358–359).

## 6 Hodnocení svalové síly

Sílu stisku lze vyšetřovat orientačně, kdy sledujeme pacienta, jakým způsobem uchopí a drží předměty a zda nemají tendenci vypadávat během manipulace z ruky. Dále můžeme sílu stisku stanovit objektivně pomocí dynamometru (Gaul Aláčová et al., 2021, s. 41).

Svalovou sílu jednotlivých svalů a svalových skupin můžeme hodnotit pomocí svalového testu.

### 6.1 Svalový test

Svalový test je analytická vyšetřovací metoda, která informuje o síle jednotlivých svalů, pomáhá při analýze jednoduchých pohybových stereotypů a při diagnostice rozsahu a místa léze periferních motorických nervů. Nevýhodou testu je, že nebere úvahu unavitelnost daného svalu, intersvalovou koordinaci a je zatížen chybou subjektivního hodnocení (Janda, 2004, s. 13).

Svalová síla se hodnotí šesti stupni, tj.

- stupněm 5 (N – normal), který odpovídá 100 % síly stahu,
- stupněm 4 (G – good) odpovídající 75 % síly normálního stahu svalu,
- stupněm 3 (F – fair), jenž určuje asi 50 % síly,
- stupněm 2 (P – poor), který odpovídá 25 % síly,
- stupněm 1 (T – trace), který vyjadřuje asi 10 % síly,
- a stupněm 0, kdy sval nejeví známky záškubu.

Mezistupně se označují znaménky +/- (Janda, 2004, s. 13–15).

Pro hodnocení našeho zájmu, tedy pro pacienty po CMP, je takové testování pro poruchu CNS nevhodné. Nicméně řada studií používá svalový test pro hodnocení ipsilaterální ruky.

### 6.2 Dynamometrie

Síla stisku se měří pomocí dynamometru. Na stisku se nejvíce podílejí distální články prstů. Výsledné hodnoty měření jsou ovlivněny věkem, pohlavím, nastavením HK a velikostí drženého předmětu, kdy se zvětšujícím se průměrem objektu dochází ke snižování síly stisku. Je důležité hodnotit sílu stisku, neboť u pacientů po proběhlé CMP se síla stisku snižuje až na 1/8 síly zdravé ruky (Radhakrishnan, Nagaravindra, 1993, s. 372).

Pro měření síly stisku ruky se používají hydraulické, pneumatické, pružinové (obrázek 2, s. 28), digitální a analogové dynamometry. Existují i prstové dynamometry, které

umožňují měření síly stisku prstů. Vyrábějí se varianty pro děti i dospělé (Gaul Aláčová et al., 2021, s. 42).



**Obrázek 2:** Pružinový dynamometr (autor).

Síla stisku ruky se měří 3× s rozstupem 2 minut. Výsledné hodnoty se poté zprůměrují. Pomocí dynamometru lze stanovit i míru unavitelnosti svalů ruky. Měří se tak doba, po kterou proband tiskne dynamometr 50 % své síly. Síla stisku je uváděná v kilogramech nebo v librách (Gaul Aláčová et al., 2021, s. 41–42).

### **6.3 Motricity index**

Motricity index se používá k hodnocení svalové síly a funkce horní a dolní končetiny u pacientů po CMP. Test zahrnuje měření svalové síly abdukce v ramenním kloubu, flexi v loketním kloubu a sílu stisku prstů, na dolní končetině pak flexi v kyčelním kloubu, extenzi v kolenním kloubu a dorsální flexi v hlezenním kloubu. Pacient je vyšetřován vsedě na židli. Horní a dolní končetina je pak hodnocena na škále od 0 do 99 bodů. Test je snadno proveditelný a byla u něj prověřena reliabilita a validita (Coli, Wade, 1990, s. 576–577).

## **7 Poškození a rehabilitace kontralaterální ruky u pacientů po CMP**

Po prodělané CMP mohou být v různé míře poškozeny všechny funkce ruky, tj. manipulační, senzorická, posturálně-lokomoční, ochranná a komunikační. Mezi hlavní příčiny omezení a poruchy funkce hemiparetické ruky patří bolest, svalové oslabení, omezení rozsahu pohybu, změny svalového napětí, porucha koordinace, neschopnost regulovat svalovou sílu, porucha adaptace pohybu na změny vnějšího prostředí, poruchy plánování pohybu, poruchy čítí a zpracování aferentních informací. Poruchy čítí se mohou projevit např. neschopností nastavit ruku bez zrakové kontroly, nasměrovat ruku k danému bodu a vypadáváním předmětů z rukou. Porucha je nejčastěji kontralaterální, může se však projevit i na stejnostranné končetině (Gündüz, Bayindir, 2014, s. 107; Macháčková, Konečný, Vyskotová, 2021, s. 162–163).

Typické postavení spastické horní končetiny (spastická dystonie) zahrnuje addukční postavení v ramenním kloubu, flekční a pronační postavení loketního kloubu, flexi a ulnární dukci zápěstí, flexi prstů a flexi a addukci palce, který se stáčí do dlaně pod ostatní prsty („thumb in palm deformity“). Toto postavení zabraňuje úchopu a často i hygieně, může tak dojít k rozvoji plísňových onemocnění, otlakům, rankám a dekubitům. Volní pohyb paretické končetiny může být doprovázen synkinézami vzdálených, nepostižených segmentů (spastická synkinéze). Dalším projevem je spastická kokontrakce, kdy při volním pohybu agonisty dochází k nechtěné kontrakci antagonisty a k zamezení pohybu. K hodnocení míry spasticity se nejčastěji používá Ashworthova a Tardieuho škála a jejich modifikace (Konečný, 2021, s. 179–180).

Paretickou ruku polohujeme, stimulujeme a zapojujeme do všedních denních činností již první dny po prodělané CMP. Terapie je zvolena podle vzniklého deficitu, o adekvátní intenzitě. V terapii respektujeme únavu pacienta a cvičení dávkujeme. Je důležité vhodně zvolit poměr přípravných pasivních procedur (měkké techniky, aproximace, pasivní protahování, lymfodrenáž apod.) a aktivních přístupů zaměřených na motorickou, senzorickou, kognitivní a percepční složku (Macháčková, Konečný, Vyskotová, 2021, s. 167).

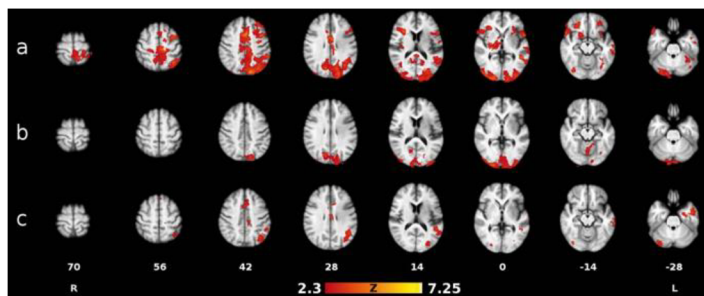
### **7.1 Farmakoterapie**

Nedílnou součástí léčby je farmakoterapie. U generalizované spasticity se používají perorální myorelaxancia. U fokální spasticity se nejčastěji používá aplikace botulotoxinu

pod kontrolou CT, EMG nebo sonografie. Léčebný efekt botulotoxinu nastupuje asi týden po aplikaci a přetrvává 3–6 měsíců (Konečný, 2021, s. 183).

Studie (Veverka et al., 2014, s. 282) pomocí funkční magnetické rezonance prokázala normalizaci aktivovaných oblastí mozku v době maximálního efektu aplikace botulotoxinu (obrázek 3).

Po léčbě botulotoxinem následuje cílená rehabilitace, strečink a aplikace ortéz a dlah k udržení dosažených rozsahů pohybu (Konečný, 2021, s. 185).



**Obrázek 3:** Aktivace kortikálních oblastí u pacientů s centrální parézou HK po aplikaci botulotoxinu (Veverka, 2014, s. 281).

**Legenda:** Aktivita před aplikací (a), 4 týdny po aplikaci (b) a 12 týdnů po aplikaci (c).

## 7.2 Fyzikální terapie

Z fyzikální terapie je možné použít například kryoterapii. Lokálním snížením teploty dochází ke snížení aktivity svalových vřetének a následně k redukci spasticity. Spasticitu snižuje také magnetoterapie, která působí vazodilatačně a troficky na nervstvo (Konečný, 2021, s. 181).

V praxi se dále využívá transkutánní elektrická stimulace (TENS) aplikovaná na spastický sval. Doba trvání impulzu se pohybuje mezi 200–500 ms, frekvence je 20–50 Hz, intenzita je prahově nebo nadprahově motorická. TENS se aplikuje 30 minut, 2–3× týdně po dobu 2 až 6 měsíců (McDonough, 2008, s. 248).

Pozitivní účinky má i neuromuskulární elektrická stimulace (NMES) s aplikací na antagonistu spastického svalu. Doba trvání impulzu se pohybuje mezi 0,1–0,3ms s frekvencí mezi 18–50 Hz. NMES se aplikuje 30 minut, 5× týdně po dobu 3–4 týdnů (Stein et al., 2015, s. 2204).

Dále se používá elektrostimulace spřaženými impulsy dle Jantscheho, Edela či Hufschmidta, kdy při střídavé kontrakci agonisty (spastický sval) a antagonisty dochází ke snížení aktivity svalových vřetének, zvýšení aktivity Golgiho tělísek, inhibici  $\alpha$ -motoneuronů spastického svalu a k facilitaci  $\alpha$ -motoneuronů antagonisty, a tím dochází k redukci spasticity (Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 44).

V terapii můžeme použít také somatosenzorickou elektrickou stimulaci (SES). Studie (Conforto, Kaelin-Lang, Cohen, 2002, s. 122) popisuje zvýšení svalové síly a obratnosti prstů po SES u pacientů po CMP v chronické fázi onemocnění.

### **7.3 Constraint induced movement therapy (CIMT)**

Constraint induced movement therapy neboli terapie vynuceného používání je metoda, která se využívá k obnově motorických dovedností u pacientů po poškození CNS ve všech fázích onemocnění. Metoda vychází z výzkumu doktora Edwarda Tauba ze 70. a 80. let 20. století (Horsáková, Krivošíková, Švestková, 2017, s. 167). Při výzkumu (Taub et al., 1994, s. 282–283) byly primátům porušeny zadní kořeny míšní pro jednu horní končetinu. Primáti postiženou končetinu přestali používat, i přesto, že motorická funkce byla plně zachována. Tento jev byl popsán jako syndrom naučeného nepoužívání (learned non-use syndrom).

Non-use syndrom se může objevit také u pacientů s hemiparézou. Pacient v časně fázi kompenzuje vzniklý motorický deficit tím, že provádí většinu běžných denních činností méně poškozenou rukou. To přetrvává i při parciální či kompletní obnově motorických funkcí, neboť se pacient naučil vykonávat všechny aktivity zdravou rukou. Manifestace tohoto syndromu je podpořena zejména u pacientů s neglect syndromem (anozognózií). Imobilizací zdravé končetiny, a tedy nuceným používáním postižené končetiny, je možné syndromu naučenému nepoužívání předcházet (Lippertová-Grunnerová, 2009, s. 56).

Metoda zahrnuje provádění funkčně zaměřených úkolů paretickou končetinou za současné fixace zdravé (Gündüz, Bayindir, 2014, s. 111). Fixace musí být nasazena 90 % času, kdy je pacient vzhůru. Fixovat lze akrem zdravé horní končetiny rukavicí nebo celé předloktí dlahou (Horsáková, Krivošíková, Švestková, 2017, s. 167). Délka terapie se odvíjí podle stupně postižení, obvykle trvá 2–3 týdny (Morris, Mark, Taub, 2006, s. 258–259).

Terapeutický protokol obsahuje pravidla a formu fixace zdravé horní končetiny, stanovení intenzity a délky intervence a typ úkolů, kdy se využívají dva typy repetitivních úkolů, tj. úkoly zaměřené na specifické činnosti a běžné denní aktivity. Podepisuje se také behaviorální smlouva s pacientem a smlouva s pečovatelem či rodinným příslušníkem, která má podpořit aktivní participaci pacienta (Morris, Mark, Taub, 2006, s. 258, 262–263).

Studie (Myint et al, 2008, s. 115–118) byla provedena na 20 pacientech kontrolní skupiny a 23 pacientech experimentální skupiny, kteří podstoupili CIMT. Byly prokázány signifikantně lepší výsledky testů hodnotících motoriku ruky u experimentální skupiny po dokončení terapie a po 12 týdnech od dokončení terapie.

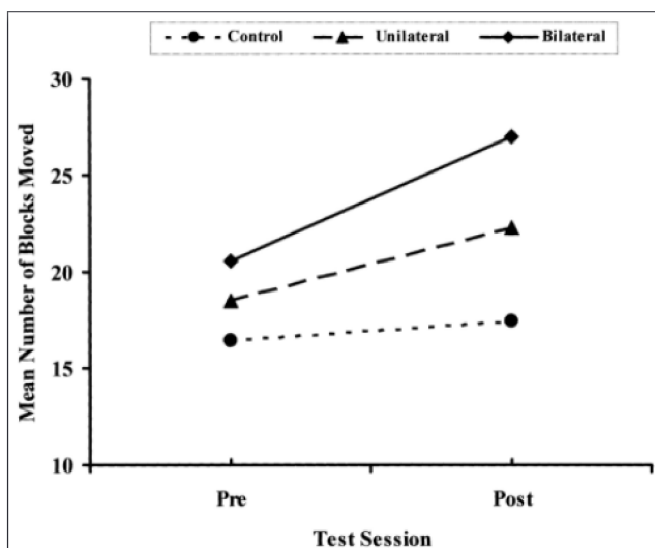
Metoda nemůže být použita u pacientů s plegií a u pacientů s kognitivními či psychickými poruchami (Horsáková, Krivošíková, Švestková, 2017, s. 168).

#### 7.4 Bilaterální trénink

Poškození funkce jedné ruky ovlivní každou bimanuální aktivitu. V terapii je tedy důležité věnovat se typickým bilaterálním aktivitám v kontextu s prostředím, ve kterém se pacient pohybuje.

Během bilaterálních symetrických pohybů, nepoškozená hemisféra zvyšuje aktivaci poškozené hemisféry a facilituje pohyb paretické horní končetiny (Cauraugh, Summers, 2005, s. 312). Pacienti s lézí dominantní hemisféry vykazují lepší výsledky testů paretické ruky než pacienti s lézí nedominantní hemisféry. Je to dáno tím, že při poškození dominantní hemisféry je přelévání aktivity z jedné hemisféry na druhou větší než při lézi nedominantní hemisféry (McCombe, Whitall, 2004. s. 1081).

Studie (Cauraugh, Kim, 2002, s. 1589) se účastnilo 25 pacientů po CMP v chronické fázi onemocnění, kteří byli rozděleni do tří skupin. První skupina prováděla extenzi zápěstí a prstů bilaterálně. Druhá skupina prováděla extenzi zápěstí a prstů pouze paretickou HK. U obou skupin byl pohyb paretické HK podpořen elektrostimulací. Třetí skupina byla kontrolní. Všechny tři skupiny se účastnily základního rehabilitačního programu. Po dvou týdnech terapie první skupina vykazovala významnější zlepšení motorických funkcí oproti druhé a kontrolní skupině, např. lepší výsledky Box and Blocks testu (obrázek 4). Na EMG byla patrná i zvýšená aktivace svalů paretické HK pacientů první skupiny.



**Obrázek 4:** Průměrné výsledky Box and Blocks testu první, druhé a kontrolní skupiny před a po terapii (Cauraugh, Kim, 2002, s. 1591).



Další studie (Lee et al., 2017, s. 1020) prokázala vyšší účinnost bilaterálního tréninku oproti unilaterálnímu. Studie se účastnilo 30 pacientů po CMP rozdělených do dvou skupin. Obě skupiny byly zařazeny do základního rehabilitačního programu. Pacienti experimentální skupiny prováděli bilaterální trénink po dobu 30 minut. Kontrolní skupina měla o 30 minut delší základní rehabilitační program. Experimentální skupina vykazovala lepší výsledky v Box and Blocks testu, Fugl Meyer testu a Barthel indexu než kontrolní skupina.

## 7.5 Zrcadlová terapie

Zrcadlová terapie je založena na aktivaci zrcadlových neuronů parietofrontálního systému, který umožňuje senzomotorickou integraci člověka. Na podkladě biofeedbacku z optické iluze dochází k aktivaci kůry postižené hemisféry, k funkční kortikální reorganizaci, k zotavení motorických i senzitivních funkcí a snížení bolestivosti a spasticity paretické ruky (Arya, 2016, s. 38–44).

Zrcadlo je při terapii umístěno ve středové ose těla tak, aby pacient neviděl postiženou končetinu. Správně umístěná zdravá končetina poté navozuje pocit, že její odraz je skutečný. Paretická HK je bezpečně uložena za zrcadlem ve stejné poloze jako zdravá. U těžších spastických paréz je důležité před terapií provést manuální ošetření. Je vhodné zdravou HK upravit tak, aby byla podobná postižené, tj. zakrýt tetování, sundat šperky apod. Během terapie, kterou je vhodné provádět každý den v krátkých časových intervalech, pacient postupuje od jednodušších pohybů k nácviku běžných denních činností (Rothgangel, Braun, 2013, s. 5, 7).

V praxi je možné vést terapii třemi způsoby. První možností je, že si pacient při pohledu na odraz v zrcadle pouze představuje, že pohybuje poškozenou HK, provádí tedy aktivní pohyb pouze zdravou HK. Další možností je bilaterální trénink, kdy pacient pozoruje pohyb nepostižené HK v odraze zrcadla a současně provádí pohyb oběma HK. Poslední možností je aktivní asistovaný pohyb paretické HK, který odpovídá pohybu zdravé, za současného sledování odrazu v zdravé HK v zrcadle (Jančíková, 2021, s. 116).

Michielsen (2011, s. 223, 227) provedl studii na 40 pacientech v chronickém stadiu po CMP rozdělených do dvou skupin. U pacientů experimentální skupiny, kteří cvičili v rámci zrcadlové terapie jednu hodinu denně s terapeutem a jednu hodinu samostatně po dobu šesti měsíců, došlo k výraznějšímu zlepšení obratnosti, síly úchopu, snížení spasticity a bolestivosti paretické ruky ve srovnání s kontrolní skupinou. Výsledky z magnetické rezonance ukázaly, že u pacientů experimentální skupiny došlo ke kortikální reorganizaci.

## **7.6 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)**

Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) je metoda, kterou ve 40. letech 20. století vypracoval Dr. Herman Kabat. Metoda využívá silných stránek pohybového systému, díky nimž pomocí iradiace a časové a prostorové sumace dochází k ovlivnění poškozených funkcí. K pacientovi se přistupuje holisticky a cílem je dosáhnout nejvyšší možné úrovně ovlivňované funkce (Bastlová, 2018, s. 7, 12).

Schopnost obnovit ztracenou funkci nebo získávat nové dovednosti je dána neuroplasticitou CNS. Základní podmínkou je maximální aferentace z exteroceptorů a proprioceptorů. Metoda využívá celou řadu facilitačních postupů ke zvýšení výkonosti, zlepšení koordinace, mobility a efektivity pohybu (Bastlová, 2018, s. 10, 12).

## **7.7 Bobath koncept**

Jedná se o holistický diagnosticko-terapeutický, ošetrovatelský koncept, který se zabývá poruchami posturálních funkcí a pohybu způsobenými lézemi CNS. Cílem je optimalizace ztracené funkce daného pacienta v kontextu s prostředím, ve kterém se pohybuje a dosažení maximální možné samostatnosti během běžným denních aktivit. Maximální přísun proprioceptivních a exteroceptivních vjemů z normální funkce podporuje neuroplasticitu CNS (Angerová, 2017, s. 211–212).

## **7.8 Vojtova reflexní lokomoce (VRL)**

Vojtova reflexní lokomoce je diagnosticko-terapeutický princip, který byl popsán prof. Václavem Vojtou v 50. letech 20. století (Lippertová-Grünerová, 2015, s. 39).

Reflexní lokomoce se aktivuje ze tří základních poloh, tj. na břicho, zádech a na boku, ke kterým bylo popsáno 30 variací. K aktivaci vrozených pohybových vzorů se používá 10 zón, které se nacházejí na trupu a končetinách. Během terapie se proti vznikajícím dílčím pohybům klade odpor, který umožňuje iradiaci aktivity i do vzdálenějších oblastí. U pacientů s poruchami CNS nebo pohybového systému je možné díky VRL aktivovat a obnovit fyziologické vzory pohybu (Lippertová-Grünerová, 2015, s. 39–40).

## **7.9 Představa pohybu**

Představa pohybu, která se podobá skutečnému pohybu, je reprodukována vnitřně pomocí pohybové paměti bez motorického výsledku. Na funkční magnetické rezonanci, během motorické představy pohybu, byla prokázána aktivace stejných oblastí mozku jako při provádění skutečného pohybu. Velikost zapojení je však nižší než při reálném pohybu (Mulder, 2007, s. 1265, 1268).

Rozlišují se dvě strategie provádění pohybu v představě, tj. kinestetická a vizuální. Během kinestetické představy si pacient představuje, že provádí daný pohyb se všemi jeho sensorickými charakteristikami (pohled první osoby). Při vizuální představě subjekt sleduje sám sebe z pohledu třetí osoby.

Studie (Page, 2005, s. 399) prokázala lepší výsledky u pacientů po CMP, kteří měli do rehabilitačního plánu zařazený trénink v představě pohybu, než u pacientů pouze se standardním rehabilitačním plánem.

Velkou výhodnou pohybu v představě je, že není závislá na zachovalé funkci paretické ruky.

## **7.10 Roboticky asistovaná rehabilitace**

Před začátkem roboticky asistované rehabilitace je důležité správně nastavit exoskelet a parametry terapie individuálně pro každého pacienta. Intenzita terapie by se pro maximalizaci efektu měla postupně zvyšovat např. zvyšováním délky terapie, rozsahu a rychlosti pohybu nebo snížením míry odlehčení HK přístrojem. Robotická rehabilitace ve virtuálním prostředí je pro pacienty velmi motivující a pomáhá při objektivizaci progresu poškozených senzomotorických schopností pacienta (Kolářová et al., 2019, s. 108).

### **7.10.1 Systém Gloreha**

Systém Gloreha podporuje obnovu funkční hybnosti ruky, rozsahu pohybů v kloubech, snížení bolesti, otoku a svalového tonu pomocí terapeutické rukavice spojené s počítačem. Na koncích rukavice jsou připevněna táhla, která jsou připojena k pneumatickému pohonu, a tím je zajištěn pohyb rukavice. Pacient prostřednictvím terapeutických videoprogramů získává zpětnou vazbu o prováděném pohybu, např. úchopu a síle stisku. Terapie může být vedena jako pasivní, aktivní asistované nebo aktivní cvičení, ale také jako bilaterální cvičení, kdy díky asistenci robotického systému je možné přenášet pohyb ze zdravé ruky na paretickou (Bissolotti, 2016, s. 770).

### **7.10.2 Systém Armeo Spring**

Součástí systému je mechanický exoskelet, jenž umožňuje nastavitelné odlehčení pohybu HK díky zabudovanému pružinovému mechanismu. Armeo využívá zachovalé motorické funkce k nácviku cíleného, koordinovaného pohybu a obnově ztracených schopností pacienta. Přístroj obsahuje terapeutické programy pro nácvik funkčních pohybů, které pacientovi poskytují zpětnovazebné informace o provedeném pohybu. Cvičení je možné upravit podle aktuálních schopností pacienta (Bocanová et al., 2018, s. 120).

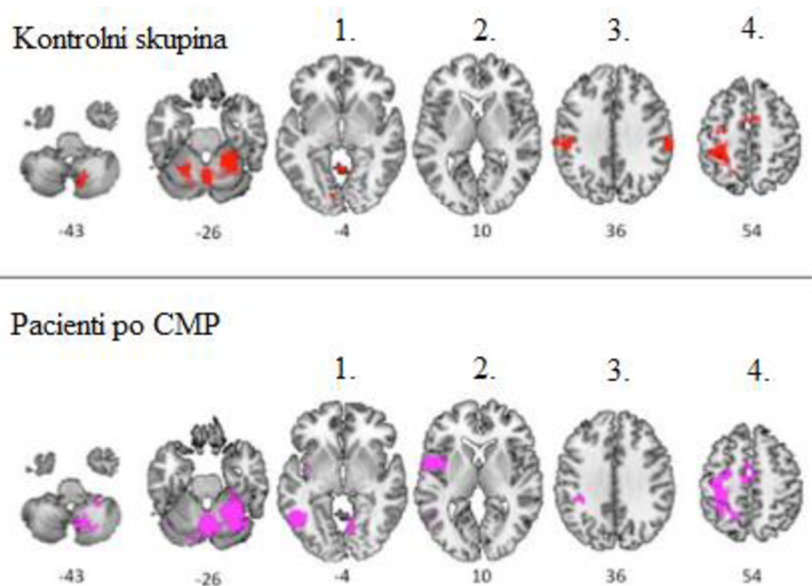
## 8 Poškození a rehabilitace ipsilaterální ruky u pacientů po CMP

Unilaterální strukturální změny CNS způsobené prodělanou CMP může kromě senzomotorické poruchy kontralaterální ruky způsobit i poškození zdravé ipsilaterální ruky. Výkon ipsilaterální ruky může být poškozen na základě:

1. vzniklých kognitivních poruch, které ovlivňují pozornost, percepci a motorickou kontrolu,
2. porušení nezkřížených vláken tractus kortikospinalis (10 % vláken),
3. zvýšené inhibice nepoškozené hemisféry (Metrot et al., 2003, s. 2287).

Zvýšená aktivace poškozené hemisféry způsobuje dlouhodobou kalózní inhibici nepoškozené hemisféry. To vede k negativnímu ovlivnění motorické kontroly ipsilaterální ruky (Kaeser et al., 2010, s. 1642).

Van Dokkum et al. (2018, s. 40–42) u 21 pacientů v subakutním stadiu po CMP zkoumal pohyb ipsilaterální ruky a její řízení pomocí magnetické rezonance (MRI). Pacienti prováděli flexi a extenzi loketního kloubu po dobu 30 sekund s třicetisekundovým odpočinkem ve 3 kolech. Během testu byla HK podélně s tělem, prsty ve flexi. Byla zaznamenána menší amplituda pohybu a hladkost provedení neparetické ruky. Na MRI byly popsány rozdíly v korové aktivaci při pohybu ipsilaterální ruky vůči zdravým jedincům (obrázek 5, s. 37). Pacienti po CMP měli ve srovnání se zdravými probandy aktivní kontralaterální střední temporální oblast, kontralaterální rolandické operculum a zvýšenou aktivaci senzomotorické kůry. Nebyla zachycena bilaterální aktivita supramarginální oblasti. Tyto výsledky ukazují, že pohyb ipsilaterální ruky je řízen jinak než pohyb zdravé ruky. Pacienti neměli žádný kognitivní deficit, který by ovlivnil průběh měření, což bylo potvrzeno normální aktivací frontálních oblastí na MRI. Zvýšená aktivita senzomotorické kůry je způsobená tím, že se nepoškozená hemisféra ve větší míře podílí i na řízení a kontrole pohybu paretické HK. Supramarginální gyrus se podílí na zpracování propriocepce, jehož snížená aktivita u pacientů po CMP pak souvisí se sníženým vyhodnocováním informací z proprioceptorů. V reakci na nedostatečnou spolehlivost proprioceptivních a také vizuálních informací během pohybu ipsilaterální ruky, dochází ke zvýšení aktivity střední temporální oblasti a rolandického opercula. Vizualizace prostředí (střední temporální oblast) a představa pohybu v daném prostředí (rolandické operculum) může sloužit jako náhradní strategie ke splnění daného motorického úkolu.



**Obrázek 5:** Rozdílné korové aktivace mezi experimentální a kontrolní skupinou při pohybu ipsilaterální ruky (Van Doktun et al., 2018, s. 41).

**Legenda:** 1. aktivita kontralaterální střední temporální oblasti, 2. aktivace kontralaterálního rolandického opercula, 3. aktivita supramarginální oblasti, 4. aktivace senzomotorické kůry.

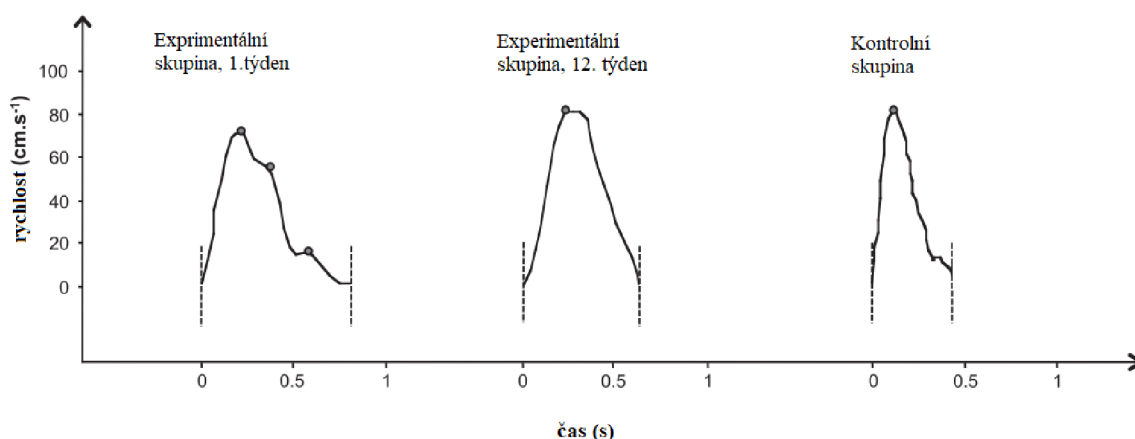
V závislosti na tom, která hemisféra byla poškozena, dochází k postižení různých parametrů motorických funkcí ipsilaterální ruky (Kaeser et al., 2010, s. 1640). Poškození v pravé i v levé hemisféře se projeví deficitem v dosahu a úchopu ipsilaterální ruky, avšak pacienti s lézí v levé (dominantní) hemisféře mají větší deficit v dosahové složce úchopu, kdy je pohyb méně koordinovaný a pomalejší, a pacienti s poškozením pravé (nedominantní) hemisféry mají problém spíše s kontrolou konečné pozice ipsilaterální ruky (Schaefer et al., 2009, s. 2594; Hermsdörfer, Goldenberg, 2002, s. 2100).

Studie (Pandian, Arya, 2013, s. 500–501) ukázala, že dochází ke snížení zručnosti a koordinace ipsilaterální ruky u pacientů po  $19 \pm 14,28$  měsících po CMP. K měření byl použit Minnesota manual dexterity test a Purdue Pegboard test (tabulka 1, s. 38). Podobné výsledky měla i další studie (Cunha, Ferreira, Barbosa, 2017, s. 1619–1620), kde byl rovněž prokázán deficit jemné motoriky měřený pomocí NHPT ( $p < 0,001$ ) a JTHFT ( $p < 0,01$ ) u pacientů v chronické fázi onemocnění.

**Tabulka 1:** Srovnání výsledků Minnesota manual dexterity testu (MMDT) a Purdue Pegboard testu (PPBT) u pacientů po CMP a u zdravých probandů (Pandian, Arya, 2013, s. 500).

Test	Pacienti po CMP (n = 27)	Zdraví probandi (n = 27)	Signifikance – p
MMDT (s)	105,21 ± 22,70	72,41 ± 11,69	< 0,001
PPBT (n)	9,30 ± 2,47	13,78 ± 1,76	< 0,001

Byl změřen také deficit v rychlosti a plynulosti pohybu ipsilaterální HK (obrázek 6). Pacienti měli rychle uchopit míček o průměru 5 cm, který ležel 25 cm před nimi na stole. Rychlost byla měřena 5× pomocí elektromagnetických senzorů. Bylo zaznamenáno zlepšení rychlosti a plynulosti pohybu ipsilaterální ruky během 12 týdnů. Nicméně pohyb ipsilaterální HK byl pomalejší a méně plynulý ve srovnání se zdravými probandy (Metrot et al., 2003, s. 2284, 2286).



**Obrázek 6:** Srovnání rychlosti dosahové aktivity pacientů experimentální skupiny 1. a 12. týden měření s probandy kontrolní skupiny (Metrot et al., 2003, s. 2287).

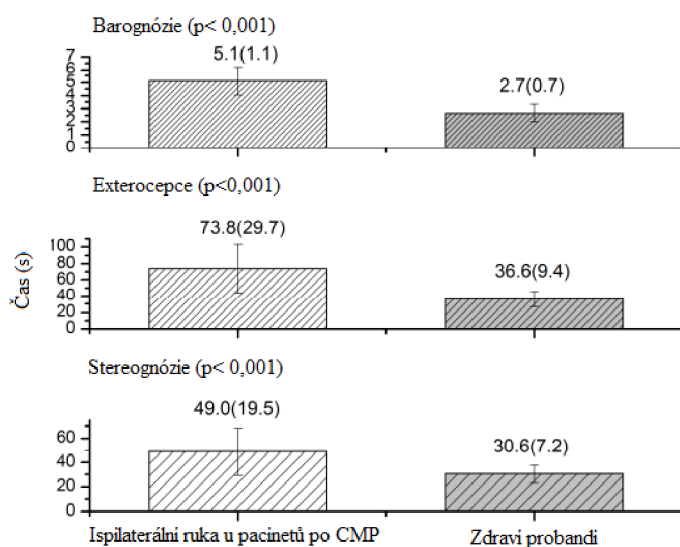
Studie (Hsu et al. (2017, s. 154–155) rovněž prokázala deficit v rychlosti pohybu méně poškozené ruky u pacientů po CMP. Pacient měl za úkol zvednout ze stolu přístroj na měření síly stisku prstů pomocí palce a ukazováku do výšky 5 cm, držet po dobu 5 sekund a poté přístroj zvednout z 5 cm do 30 cm výšky. Pohyb byl měřen 3×. Kromě nižší rychlosti bylo změřeno, že pacienti experimentální skupiny drželi ipsilaterální rukou předmět výrazně pevněji než zdraví probandi kontrolní skupiny (tabulka 2, s. 39). Zvýšená síla stisku předmětu je kompenzační strategií k udržení stabilního pinzetového úchopu.

**Tabulka 2:** Srovnání rychlosti pohybu a síly stisku drženího předmětu u pacientů experimentální a kontrolní skupiny (Hsu et al., 2017, s. 165).

Test	Pacienti po CMP (n = 21)	Zdraví probandi (n = 21)	Signifikance – <i>p</i>
Síla stisku předmětu (N)	14,47 ± 1,77	12,14 ± 1,33	< 0,001
Rychlost (ms)	55,54 ± 54,02	25,82 ± 16,13	0,016

Quaney et al. (2005, s. 1545) hodnotili modulaci síly stisku ipsilaterální ruky při uchopování předmětu o váze 260 g, 500 g a 780 g. Byl zjištěn významný deficit přizpůsobení síly stisku váze daného předmětu, kdy pacienti po CMP uchopovali předmět vždy větší silou. Podle výše uvedené studie je to dáno poruchou zpracováním aferentních informací a motorické kontroly.

Hsu et al. (2017, s. 153) zkoumali také poškození čítí ipsilaterální ruky u pacientů 3,5 ± 1,4 týdnů po CMP pomocí Manual tactile testu, který se skládá ze tří subtestů. První subtest (barognózie) zahrnoval rozpoznání nejtěžšího objektů ze tří. V druhém testu (exterocepce) měl pacient z 18 kostiček najít 3 kostičky s nejhrubším povrchem a umístit je do krabice. Ve třetím subtestu (stereognózie) měl pacient z hranatých, kulatých, a eliptických předmětů vybrat kulaté a umístit je do krabice (Hsu et al., 2014, s. 718–719). Měřil se čas, za který proband úkol splnil. Všechny subtesty probíhaly s vyřazením zraku. Výsledky měření ukázaly (obrázek 7), že ipsilaterální horní končetina má deficit v čítí ve výše pospaných modalitách a v motorické kontrole (Hsu et al., 2017, s. 152–153).



**Obrázek 7:** Výsledky Manual tactile test u pacientů po CMP ve srovnání se zdravými probandy (Hsu et al., 2017, s. 150).

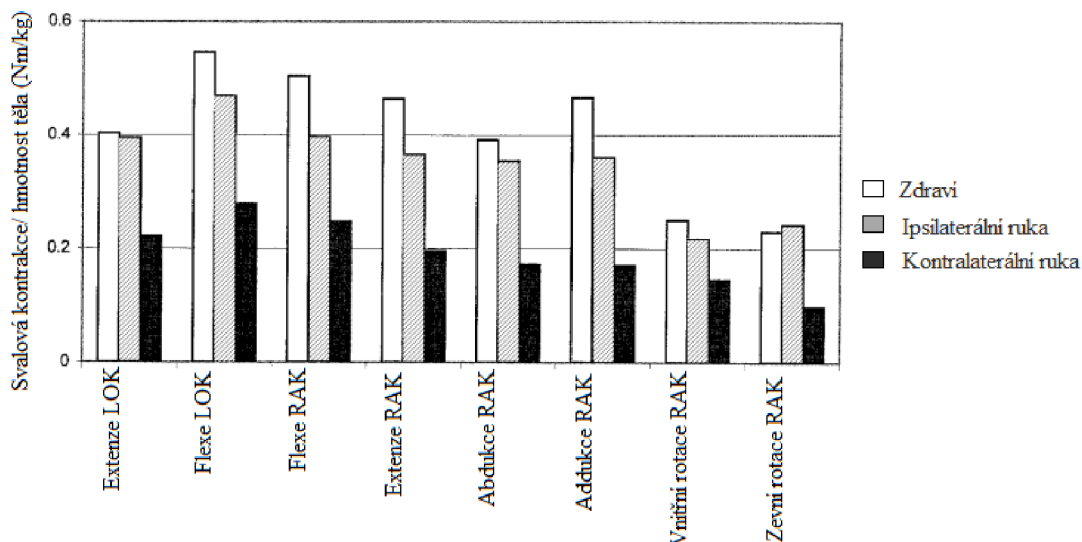
Brasil-Neto et al. (2008, s. 203) hodnotil poruchu diskriminačního čítí ipsilaterální ruky pomocí The Moving Touch-Pressure Testu dle Dannenbaum et al. (2002, s. 632). Studie se zúčastnilo 25 pacientů a 25 zdravých jedinců kontrolní skupiny. K hodnocení čítí byly použity 3 štětečky, které se lišily šířkou a hrubostí vláken. Vyšetřující aplikoval takovou sílu, aby došlo k lehkému ohnutí vláken. Vjem z každého štětečku byl opakován 6× pod úhlem 30° na palmární stranu posledního článku druhého prstu. Pacienti měli určit štětec, který byl v danou chvíli aplikován. Byl zjištěn signifikantní deficit ( $p < 0,01$ ) diskriminačního čítí neparetické ruky.

Další studie (Hermsdörfer, Goldenberg, 2002, s. 2107) hodnotila rychlé střídání supinace/pronace, a poklepové testy ruky a druhého prstu. Pacient byl měřen 3× po dobu 4 sekund s rozstupem 5 sekund mezi jednotlivými měřeními pomocí CMS Zebris ultrasonic device. Nebyl zjištěn žádný významný deficit ve frekvenci pohybu ve srovnání s kontrolní skupinou. Byla však zaznamenána zvýšená variabilita pohybu ipsilaterální ruky, kdy byly naměřeny různě dlouhé intervaly mezi jednotlivými klepnutími a měnilo se i místo klepnutí. Byl tedy zjištěn deficit v motorické kontrole pohybu.

Podle (Cunha, Ferreira, Barbosa, 2017, s. 1617–1618; Wetter et al. 2005, s. 779; Sunderland, 2000, s. 431) nebylo změřeno významné poškození síly stisku ruky a prstů ipsilaterální ruky. Zdá se, že ipsilaterální ruka má spíše poruchu motorické kontroly a koordinace svalů HK než svalové síly. Nicméně výše uvedené studie hodnotily svalovou sílu stisku ruky a prstů u pacientů v chronické fázi po CMP. Cunha, Ferreira, Barbosa (2017, s. 1618) dále uvádějí, že deficit v síle stisku ruky může být detekovatelný v raném stadiu onemocnění.

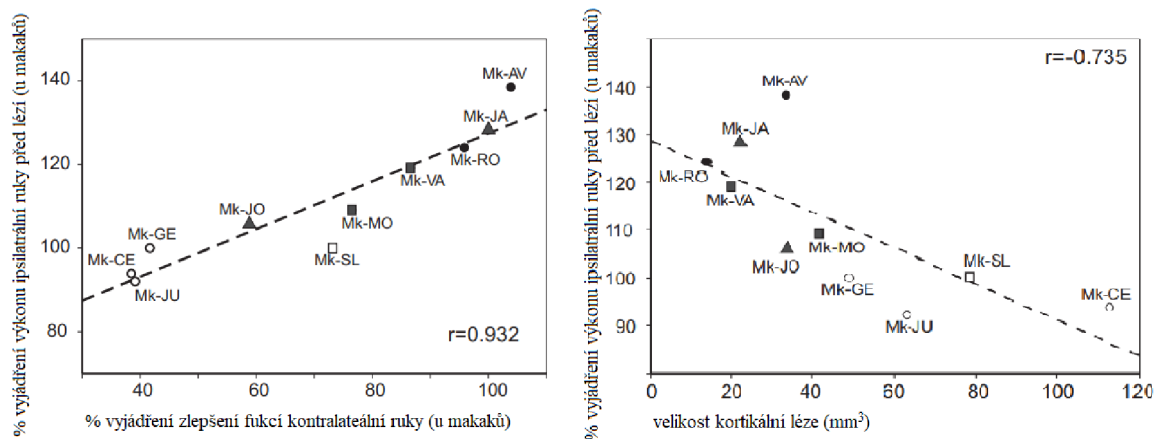
Snížení svalové síly ipsilaterální ruky přetrvává déle v proximálních kloubech. McCrea et al. (2003, s. 47, 49) hodnotili maximální izometrickou kontrakci abdukce, addukce, vnitřní a zevní rotace, flexe a extenze v ramenním kloubu (RAK) a flexi a extenzi v loketním kloubu (LOK) ipsilaterální ruky u 20 pacientů v chronické fázi po CMP ( $4,3 \pm 2,6$  let). Každá kontrakce byla měřena 3× s rozstupem 1 minuty. Byla zaznamenána maximální kontrakce, která trvala alespoň 250 ms. Tyto hodnoty pak byly upraveny a vztaženy k váze jedince. Byl změřen signifikantní deficit produkce svalové síly, zejména flexe RAK a LOK (obrázek 8, s. 41). Čas k dosažení maximální kontrakce byl u ipsilaterální ruky snížen o 22 % vzhledem ke zdravým probandům odpovídajícího věku a pohlaví.





**Obrázek 8:** Maximální svalová kontrakce v uvedených pohybech kontralaterální a ipsilaterální ruky u pacientů po CMP ve srovnání se zdravými jedinci (McCrea et al., 2003, s. 49).

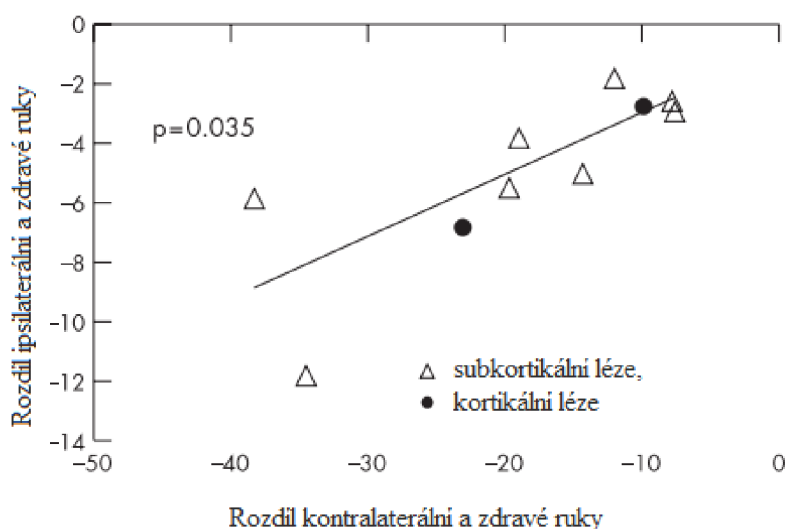
Kaiser et al. (2010, s. 1634, 1636, 1640) zkoumal průběh zlepšování ipsilaterální ruky v čase a vztah kontralaterální a ipsilaterální ruky. Deseti makakům byla kontrolovaně kyselinou ibotenovou vytvořena léze v M1 pro oblast řízení ruky. Před vytvořením léze byla dlouhodobě měřena zručnost ruky upraveným kolíkovým testem a modifikovaným Brinkman board task testem, aby bylo možné posoudit poškození a následné zotavování ipsilaterální ruky individuálně u každého jedince v rámci jeho výkonu. Po vytvoření léze byla měřena zručnost ipsilaterální ruky do ustálení výkonnosti, průměrně 183 dní. U čtyř makaků byla zručnost ipsilaterální ruky větší než před lézí. U čtyř makaků došlo k plnému navrácení zručnosti stejnostranné ruky. U dvou makaků, u nichž nedošlo k výraznému zlepšení funkcí kontralaterální ruky, byla výkonnost ipsilaterální ruky nižší než před lézí. Na základě výsledků bylo zjištěno, že rozsah poškození ipsilaterální ruky souvisí s rozsahem postižení kontralaterální ruky. Při obnově a zlepšování motorických funkcí parietické HK, dochází rovněž ke zlepšování funkcí ipsilaterální ruky (obrázek 9 vlevo, s. 42). Zlepšování ipsilaterální ruky je nepřímo úměrně závislé na velikosti kortikální léze (obrázek 9 vpravo, s. 42).



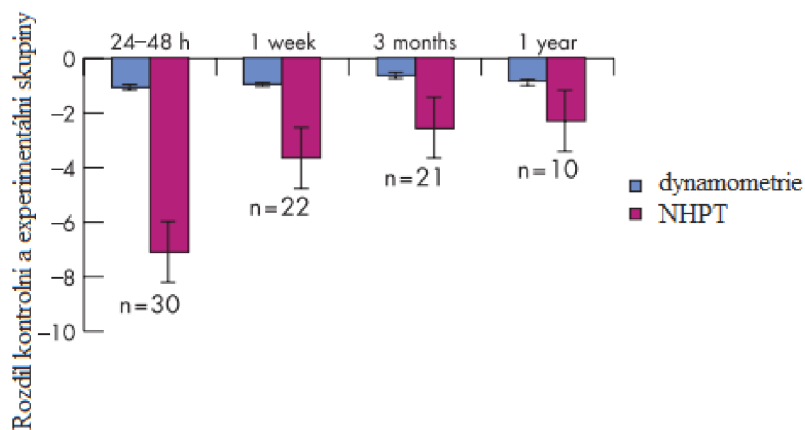
**Obrázek 9:** Vyjádření vztahu zlepšení ipsilaterální ruky v závislosti na obnově funkcí kontralaterální (vlevo) a vyjádření vztahu úpravy funkcí ipsilaterální ruky v závislosti na velikosti kortikální léze (vpravo) (Kaeser et al., 2010, s. 1637, 1639).

**Legenda:** Mk - označení jednotlivých makaků.

Souvislost mezi velikostí poškozením kontralaterální a ipsilaterální ruky a jejich zlepšování potvrdil i Noskin et al. (2008, s. 404) (obrázek 10). U pacientů po CMP byla změřena zručnost pomocí NHPT a síla stisku pomocí dynamometru po 1 týdnu, po 3 měsících a 1 roce od proběhlé CMP. Byl zjištěn signifikantní deficit v jemné motorice, avšak nebylo prokázáno významné poškození síly stisku. Zručnost se na rozdíl od síly stisku v průběhu výzkumu výrazně zlepšovala (obrázek 11, s. 43).



**Obrázek 10:** Zobrazení souvislosti míry poškození kontralaterální a ipsilaterální ruky (Noskin, 2008, s. 403).



**Obrázek 11:** Rozdíl v jemné motorice a síle stisku mezi experimentální a kontrolní skupinou po 1 týdně, 1 měsíci a po 1 roce od proběhlé CMP (Noskin, 2008, s. 403).

Podle Metrot et al. (2003, s. 2287) se motorické funkce ipsilaterální ruky dramaticky zlepšují v průběhu prvních dvou měsíců, po devíti týdnech dochází k dosažení fáze plató a poškození zůstává nejméně 3 měsíce po vzniklé CMP. Deficit je měřitelný zejména v průběhu prvního roku po CMP (Noskin et al., 2008, s. 404).

Van Dokkum et al. (2018, s. 42) uvádí, že optimální rehabilitační strategií je ipsilaterální ruku z terapie nevynechávat. Nicméně specifická terapie ipsilaterální ruky může vést k rozvoji interhemisferální imbalance, ke snížení progresu zlepšování kontralaterální HK a zvýšení rizika vzniku syndromu naučeného nepoužívání.

Pandian a Arya (2013, s. 496) rovněž uvádí, že ipsilaterální končetina by měla být zapojena do terapie pro zlepšení motorického a funkčního deficitu obou stran, neboť trénink ipsilaterální končetiny podporuje obnovu funkcí kontralaterální. Toto tvrzení podporuje studie (Salehi et al., 2021, s. 914–916), které se účastnilo 24 pacientů po CMP. Pacienti prováděli extenzi ipsilaterální ruky maximální silou v 5 setech po 5 opakováních 3× týdně po dobu 5 týdnů. Došlo k významnému zlepšení svalové síly extenze ruky, ke zlepšení Fugl-Mayer testu a Wolf Motor Function testu obou horních končetin.

Studie (Morris, van Wijck, 2012, s. 1130, 1133), které se účastnilo 106 pacientů po CMP, rozdělených do dvou skupin, zkoumala vliv bilaterálního tréninku na zlepšení motoriky ipsilaterální ruky. Pacienti první skupiny, k základnímu rehabilitačnímu programu, prováděli níže popsané aktivity simultánně oběma rukama 20 min denně, 5× týdně po dobu 6 týdnů. Pacienti kontrolní skupiny prováděli stejné aktivity pouze kontralaterální rukou. Pacienti měli vykonávat následující úkoly:

1. uchopit hmoždinku o délce 4 cm a průměru 2 cm a umístit ji na spodní stranu poličky ve výšce očí,

2. uchopit krychli o objemu 7 cm<sup>3</sup> a umístit ji na policičku ve výšce ramen,
3. vzít prázdnou skleničku, přiložit ji k puse a položit ji zpátky na stůl,
4. ukázat na terč, který byl umístěný 30 cm nad deskou stolu a 40 cm vpravo a vlevo od střední čáry.

U pacientů, kteří prováděli aktivity bilaterálně, byly po 6 týdnech naměřeny významně lepší výsledky NHPT než u pacientů druhé skupiny.

Na základě výše uvedených studií je vhodné v terapii ipsilaterální ruky u pacientů po CMP využít bilaterální trénink nebo zakomponovat terapii ipsilaterální ruky do běžné rehabilitace kontralaterální ruky, například do zrcadlové terapie, nebo robotické rehabilitace s využitím systému Gloreha, která umožňuje přenos pohybu ipsilaterální ruky na paretickou.

# Experimentální část

## 9 Cíle a hypotézy

### 9.1 Cíle

Cílem této diplomové práce je posoudit míru poškození a vliv strany léze na jemnou motoriku a sílu stisku ipsilaterální ruky u pacientů po CMP v akutní fázi onemocnění.

### 9.2 Hypotézy

Vzhledem k daným cílům práce byly stanoveny následující hypotézy:

**H<sub>0</sub>1:** Není rozdíl v jemné motorice měřené pomocí NHPT mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**H<sub>A</sub>1:** Existuje rozdíl v jemné motorice měřené pomocí NHPT mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**H<sub>0</sub>2:** Není rozdíl v síle stisku měřené pomocí dynamometru mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**H<sub>A</sub>2:** Existuje rozdíl v síle stisku měřené pomocí dynamometru mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**H<sub>0</sub>3:** Není rozdíl v jemné motorice ipsilaterální ruky při poškození pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny.

**H<sub>A</sub>3:** Existuje rozdíl v jemné motorice ipsilaterální ruky při poškození pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny.

**H<sub>0</sub>4:** Není rozdíl v síle stisku ipsilaterální ruky při poškození pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny.

**H<sub>A</sub>4:** Existuje rozdíl v síle stisku ipsilaterální ruky při poškození pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny.

## 10 Metodika

### 10.1 Charakteristika výzkumných skupin

Měření se zúčastnilo 15 pacientů po CMP (experimentální skupina) v akutním stadiu onemocnění ( $22 \pm 8$  dní po CMP), jejichž výstupní data z níže uvedených testů byla porovnávána s 15 zdravými probandy (kontrolní skupina) odpovídajícího věku, pohlaví a dominance HK, kdy všichni pacienti i probandi měli dominantní pravou HK. Pacienti po CMP byli v čase měření (od září 2021 do ledna 2022) hospitalizováni na oddělení lůžkové rehabilitace ve Fakultní nemocnici v Olomouci (FNOL).

Do měření byli zahrnuti pacienti po unilaterální ischemické nebo hemoragické CMP v povodí a. cerebri anterior a a. cerebri media, která se prezentuje kontralaterální hemiparézou. Do výzkumu nebyli zahrnuti pacienti s jiným neurologickým poškozením, neglect syndromem, závratěmi, akutním onemocněním, neuromuskulárním poškozením ipsilaterální ruky, percepčními a kognitivními poruchami (Cunha, Ferreira, Barbosa, 2017, s. 1616; Silva et al., 2014, s. 732–733; Pandian, Arya, 2013, s. 496–497).

Zdraví probandi neměli žádný neurologický, muskuloskeletární nebo kognitivní deficit (Cunha, Ferreira, Barbosa, 2017, s. 1616).

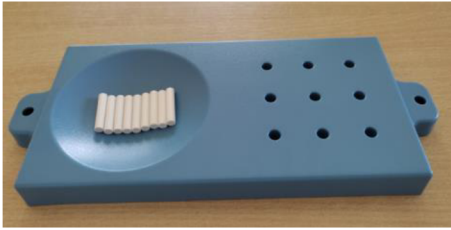
Pacienti a probandi byli dopředu řádně informováni o průběhu testování v rámci informovaného souhlasu (příloha 1, s. 75).

### 10.2 Hodnotící testy

Pro hodnocení obratnosti prstů byl použit devítikolíkový test. Dále byla měřena síla stisku pomocí digitálního dynamometru.

#### 10.2.1 Nine-Hole Peg Test

Testovací sada obsahuje destičku s devíti dírkami, které jsou od sebe vzdálené 3,2 cm a hluboké 1,3 cm, a devíti kolíčky o délce 3,2 cm a průměru 0,64 cm (obrázek 12, s. 47). Destička je umístěna před pacienta tak, že nádoba s kolíčky je otočená k testované ruce. Nejprve se testuje dominantní ruka. Před samotným testem probíhá zkušební měření. Čas, za který pacient umístí kolíčky do dírek a zpět do zásobníku, se měří pomocí stopky. Čas se začíná měřit ve chvíli, kdy se proband dotkne prvního kolíčku a zastaví se, když umístí poslední kolík do zásobníku (Mathiowetz et al., 1985, s. 26).



**Obrázek 12:** Testovací sada devítikolíkového testu (autor).

Pacient je instruován následovně: „Zvedněte jeden kolíček vaší pravou (levou) rukou a umístěte jej do dírek v jakémkoliv pořadí, až jsou všechny dírky zaplněné. Poté vrátíte jeden kolíček po druhém zpět do zásobníku. Levou (pravou) rukou přidržíte testovací destičku na místě. Toto je zkušební test. Jste připravený/á? Teď!“ (Mathiowetz et al., 1985, s. 26, 29).

Po zkušebním testu, instruujeme pacienta takto: „Následuje opravdový test. Průběh zůstává stejný. Umístěte kolíčky, jak nejrychleji dokážete. Jste připravený/á? Teď!“ Poté se testovací destička otočí zásobníkem k testované ruce a test se opakuje s nedominantní rukou (Mathiowetz et al., 1985, s. 26, 29).

U pacientů kontrolní skupiny byla měřena pouze zdravá, ipsilaterální ruka, u probandů experimentální skupiny měření probíhalo podle postupu uvedeného výše.

### 10.2.2 Dynamometrie (DM)

Během měření je probandovo zápěstí umístěno do 35° dorsální flexe, předloktí je ve středním postavení a loket v 90° flexi. V tomto nastavení je dosaženo optimální síly stisku. Měření je provedeno třikrát s odstupem dvou minut, naměřené hodnoty jsou poté zprůměrovány (Gaul Aláčová et al., 2021, s. 41, 42). Na měření byl použit digitální dynamometr CAMRY EH101 (obrázek 13).

U probandů experimentální skupiny se měřily obě ruce, u pacientů kontrolní skupiny byla měřena pouze ipsilaterální ruka.



**Obrázek 13:** Digitální dynamometr (autor).

## 11 Výsledky

### 11.1 Výsledky testů

V tabulkách 3 a 4 je uveden věk, pohlaví a výsledky měření jemné motoriky pomocí NHPT a síly stisku pomocí dynamometru u probandů kontrolní skupiny (tabulka 3) a pacientů experimentální skupiny (tabulka 4, s. 49).

**Tabulka 3:** Charakteristika probandů kontrolní skupiny a výsledky měření Nine-Hole Peg Testu a dynamometrie.

	Pohlaví	Věk	NHPT – pravá (s)	NHPT – levá (s)	DM – pravá (kg)	DM – levá (kg)
1	muž	37	16,67	16,82	61,3	59,8
2	muž	58	17,48	19,88	45,1	43,8
3	žena	43	14,47	15,09	33,5	31,2
4	žena	80	21,83	22,17	18,6	16,2
5	muž	65	19,89	21,12	43,5	40,6
6	žena	67	18,13	18,84	26,2	23,8
7	muž	68	20,77	22,02	43,2	42,0
8	muž	74	20,48	21,88	39,6	37,2
9	žena	67	16,55	17,14	27,7	25,6
10	muž	69	19,56	20,14	40,8	38,4
11	žena	54	14,05	14,52	32,8	30,9
12	žena	53	15,34	16,09	34,2	32,5
13	muž	73	23,63	24,89	31,2	29,8
14	muž	47	17,57	17,62	56,2	53,9
15	žena	72	19,89	20,09	25,8	21,2



**Tabulka 4:** Charakteristika probandů experimentální skupiny a výsledky měření Nine-Hole Peg Testu a dynamometrie.

	Pohlaví	Věk	Doba od vzniku CMP (den)	Ipsilaterální ruka	NHPT (s)	DM (kg)
1	muž	34	22	pravá	25,53	21,1
2	muž	60	24	levá	33,15	31,6
3	žena	40	25	levá	19,68	32,6
4	žena	78	20	pravá	28,72	16
5	muž	68	33	pravá	30,64	26,6
6	žena	69	17	levá	27,07	19,9
7	muž	69	40	pravá	21,38	40,4
8	muž	70	27	pravá	28,12	37,4
9	žena	66	20	pravá	29,56	24,4
10	muž	69	14	pravá	25,74	43,6
11	žena	56	15	levá	20,4	23,6
12	žena	50	35	pravá	18,64	34,7
13	muž	78	14	pravá	36,87	15,6
14	muž	44	28	levá	23,12	36,9
15	žena	71	9	pravá	20,85	26,1

## 11.2 Statistické zpracování dat

V tabulce 5 jsou uvedena data popisné statistiky věku, výsledků NHPT a dynamometrie experimentální a kontrolní skupiny.

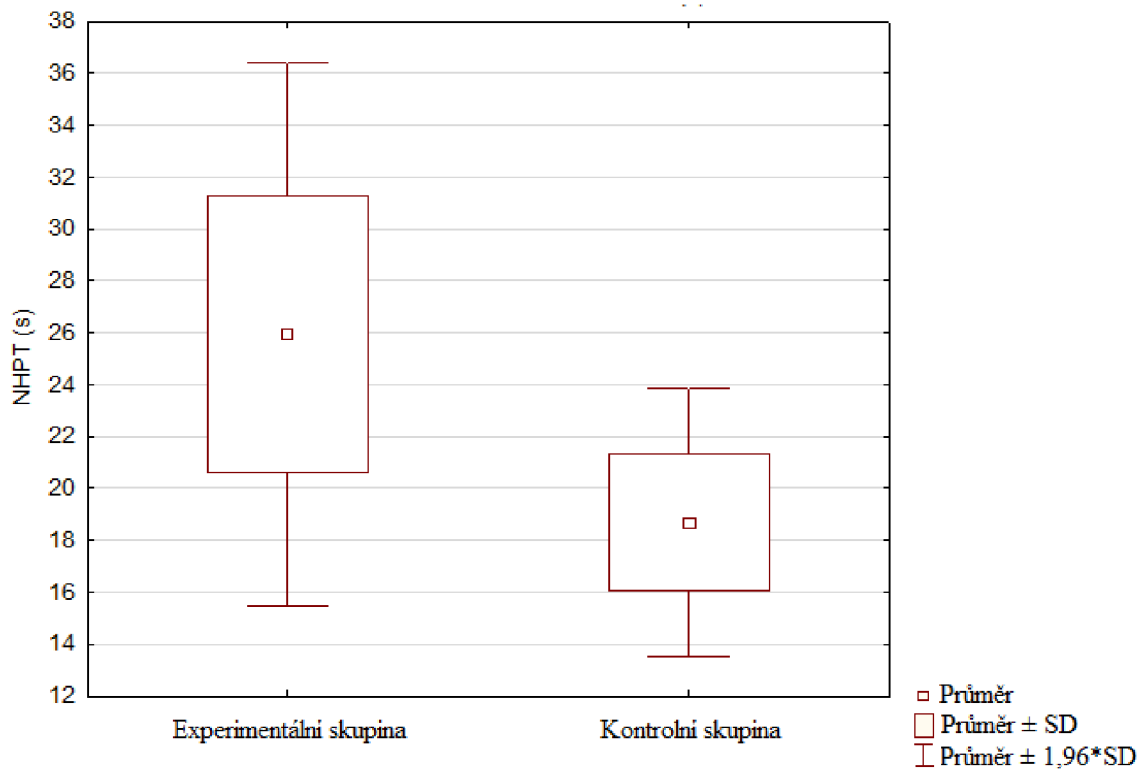
**Tabulka 5:** Popisná statistika věku a výsledků NHPT a dynamometrie experimentální a kontrolní skupiny.

		Průměr	SD	medián	minimum	maximum
Kontrolní	Věk	61,80	12,54	67	37	80
	NHPT (s)	18,70	2,65	19,56	14,52	23,63
	DM (kg)	36,63	11,52	34,20	18,60	61,30
Experimentální	Věk	61,47	13,70	68	34	78
	NHPT (s)	25,96	5,33	25,74	18,64	36,87
	DM (kg)	28,70	8,80	26,60	15,60	43,60

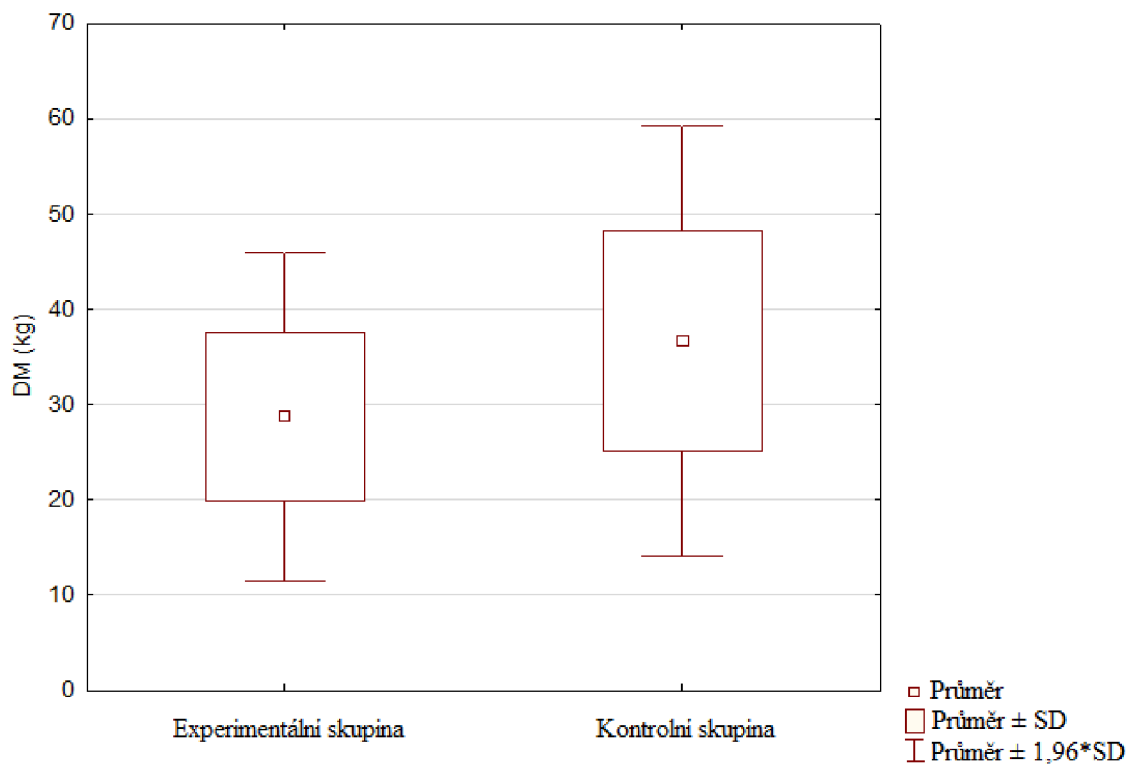
Pro statistické vyhodnocení rozdílů v jemné motorice a síly stisku mezi oběma skupinami byl použit dvouvýběrový t-test, neboť v obou skupinách měly hodnoty normální rozdělení četností, které bylo ověřeno pomocí Shapiro-Wilk testu. Výsledná hladina významnosti ( $p$ ) a zprůměrované rozdíly výsledků NHPT a dynamometrie obou skupin jsou uvedeny v tabulce 6 a graficky znázorněny pomocí Box and Whisker grafu (obrázek 14, s. 51, obrázek 15, s. 51).

**Tabulka 6:** Znázornění hladiny významnosti ( $p$ ) a průměrného rozdílu výsledků testů NPHT a dynamometrie experimentální a kontrolní skupiny.

	Průměr	Hodnota $p$
Rozdíl NHPT (s) mezi experimentální a kontrolní skupinou	7,26	0,00006
Rozdíl DM (kg) mezi experimentální a kontrolní skupinou	-7,93	0,0431



**Obrázek 14:** Grafické znázornění rozdílu v jemné motorice měřené pomocí NHPT mezi experimentální a kontrolní skupinou (autor).



**Obrázek 15:** Grafické znázornění rozdílu síly stisku měřené pomocí dynamometru (DM) mezi experimentální a kontrolní skupinou (autor).

Hypotézy **H<sub>03</sub>** a **H<sub>04</sub>** byly vyhodnoceny pomocí 95% intervalu spolehlivosti (CI). V rámci experimentální i kontrolní skupiny byl vypočítán rozdíl průměrné zručnosti a síly stisku levé a pravé ruky. Následně byl pro obě skupiny spočítán 95% interval spolehlivosti (tabulka 7, tabulka 8).

**Tabulka 7:** Porovnání výsledků NHPT testu levé a pravé ruky v rámci experimentální skupiny a k tomu odpovídající výsledky levé a pravé ruky probandů kontrolní skupiny a jejich 95 % CI.

	Průměr NHPT (s) Levá ruka (n = 5)	Průměr NHPT (s) Pravá ruka (n = 10)	Rozdíl průměrů NHPT (s) levá a pravá ruka	95 % CI
Experimentální skupina	25,075	26,606	1,53	(-5,5; 8,6)
Kontrolní skupina	18,2	19,5	1,283	(-1,8; 4,4)

**Tabulka 8:** Porovnání výsledků dynamometrie levé a pravé ruky v rámci experimentální skupiny a k tomu odpovídající výsledky levé a pravé ruky probandů kontrolní skupiny a jejich 95 % CI.

	Průměr DM (kg) Levá ruka (n = 5)	Průměr DM (kg) Pravá ruka (n = 10)	Rozdíl průměrů DM (kg) levá a pravá ruka	95 % CI
Experimentální skupina	26,925	28,59	1,665	(-9,7; 13)
Kontrolní skupina	36,75	36,59	0,16	(-14,3; 14)

### 11.3 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování dat

Hypotézu **H<sub>01</sub>**: „*Není rozdíl v jemné motorice měřené pomocí NHPT mezi experimentální a kontrolní skupinou.*“ zamítáme, neboť hladina signifikance  $p = 0,00006$  (tabulka 6, s. 50). Je tedy významný rozdíl v jemné motorice mezi pacienty experimentální a probandy kontrolní skupiny.

Hypotézu **H<sub>02</sub>**: „*Není rozdíl v síle stisku měřené pomocí dynamometru mezi experimentální a kontrolní skupinou.*“ zamítáme, neboť  $p = 0,043$  (tabulka 6, s. 50). Byl tedy zjištěn významný rozdíl ve svalové síle stisku mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Hypotézu **H<sub>03</sub>**: „*Není rozdíl v jemné motorice ipsilaterální ruky při poškození pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny.*“ nemůžeme zamítnout, neboť se 95% intervaly spolehlivosti experimentální a kontrolní skupiny překrývají (tabulka 7, s. 52). Nebyl tedy zjištěn významný rozdíl v jemné motorice mezi poškozením pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny.

Hypotézu **H<sub>04</sub>**: „*Není rozdíl v síle stisku ipsilaterální ruky při poškození pravé a levé mozkové hemisféry u experimentální skupiny*“ nelze zamítnout, neboť se 95% intervaly spolehlivosti experimentální a kontrolní skupiny překrývají (tabulka 8, s. 52). Není žádný významný rozdíl v síle stisku při poškozené levé či pravé mozkové hemisféry.

## 12 Diskuze

Výsledky měření ukázaly, že ipsilaterální ruka u pacientů po proběhlé CMP v akutní fázi onemocnění vykazuje měřitelný deficit ve zručnosti (obrázek 14, s. 51) a síle stisku (obrázek 15, s. 51) ve srovnání se zdravou populací. Nebyl však prokázán rozdíl mezi poškozením pravé a levé mozkové hemisféry v rámci experimentální skupiny.

### 12.1 Poškození síly stisku a svalové síly ipsilaterální ruky

Výsledky měření síly stisku se shodují s výsledky Sunderland et al. (1999, s. 952), kteří prokázali deficit v síle stisku u pacientů  $\pm$  18 dní po CMP. Snížení síly stisku ruky či prstů ipsilaterální ruky je podle Cunha, Ferreira, Barbosa (2017, s. 1618) měřitelné pouze v akutním stadiu onemocnění, později nejsou výsledky testů vzhledem ke zdravé populaci signifikantní. Noskin et al. (2008, s. 404) ve své studii však neprokázali deficit síly stisku v žádném stadiu po CMP.

Snížení svalové síly se po proběhlé CMP brzy vrací k normálu, avšak McCrea et al. (2003, s. 47, 49) zaznamenali snížení svalové síly v proximálních segmentech HK i v chronickém stadiu. Pandian, Arya (2012, s. 500) pomocí svalového testu změřili významné snížení svalové síly ipsilaterální ruky ( $p < 0,001$ ) rovněž v chronickém stadiu. Barry et al. (2020, s. 1172) změřili u pacientů po  $7,2 \pm 6,7$  let po CMP snížení svalové síly jemného úchopu (špetky). Tento deficit je připisován poškození jemné motoriky, která je nutná k produkci a zacílení síly ve špetce, a poškození nezkřížených vláken tractus kortikospinalis.

Rychlé zotavení síly stisku je podle Cunha, Ferreira, Barbosa (2017, s. 1618) pravděpodobně dáno tím, že méně poškozená ruka je kvůli poškození kontralaterální ruky při všedních denních činnostech používána častěji, zejména pak u pacientů s poruchou lokomoce je síla stisku nutná ke stabilizaci chůze pomocí francouzských berlí, chodítek apod. Z neurologického hlediska je interhemisféralní aktivita během maximální síly stisku velmi nízká, proto při lézi jedné hemisféry mozku nedochází k velkému ovlivnění síly stisku ipsilaterální ruky. Podle Xu et al. (2015, s. 271) je rychlé zotavení síly stisku a hrubé motoriky zapříčiněno využitím náhradních drah, např. retikulospinální dráhy. Son et al. (2018, s. 238) uvádí, že se deficit méně poškozené ruky zvyrazňuje s obtížností daného úkolu. Podle Krakauer (2005, s. 388–389) je to dáno tím, že různé aspekty motoriky vyžadují různé stupně bilaterální hemisféralní aktivity. Při komplexnějších motorických funkcích je bihemisféralní aktivita větší, než je tomu u jednoduchých pohybů. Bihemisféralní aktivita se pak zvětšuje v závislosti na obtížnosti prováděného pohybu.

Podle výše uvedených studií dochází brzy po proběhlé CMP k obnově svalové síly stisku. Deficit síly stisku je měřitelný pouze v ranných stádiích, což souhlasí s výsledky měření pro tuto diplomovou práci. V chronických stádiích je poškození síly detekovatelné při komplexnějších vyšetřeních, jako je např. svalový test a vyšetření síly ve funkčních úchopech.

## **12.2 Poškození jemné motoriky ipsilaterální ruky**

Deficit ve zručnosti ipsilaterální ruky je na rozdíl od síly stisku prokazatelný i v chronickém stadiu onemocnění. Pandian, Arya (2013, s. 500–501) pomocí Minnesota manual dexterity testu ( $p < 0,001$ ) a Purdue Pegboard testu ( $p < 0,001$ ) ukázali, že dochází k signifikantnímu snížení zručnosti a koordinace ipsilaterální ruky. To potvrzuje rovněž Cunha, Ferreira, Barbosa (2017, s. 1619–1620), kteří hodnotili jemnou motoriku pomocí NHPT ( $p < 0,001$ ) a JTHFT ( $p < 0,01$ ). Son et al. (2018, s. 236) také prokázali významně ( $p = 0,039$ ) sníženou přesnost a zručnost méně poškozené ruky pomocí NHPT. Brasil-Neto et al. (2008, s. 203) zjistili signifikantně ( $p < 0,01$ ) horší výsledky neparetické ruky při Box and Blocks testu.

Noskin et al. (2008, s. 404) zkoumal, jestli existuje korelace mezi deficitem v síle stisku a jemnou motorikou. Vzájemná souvislost nebyla prokázána. Síla stisku a jemná motorika jsou anatomicky i funkčně oddělené a po proběhlé CMP se zotavují odlišně.

V rámci této práce byli hodnoceni pacienti pouze v akutním stádiu. Rozdíl ve zručnosti při NHPT mezi pacienty po CMP a probandy byly významné a korelují s výsledky výše uvedených studií.

## **12.3 Vliv strany léze na velikost deficitu ipsilaterální ruky**

Velikosti poškození ipsilaterální ruky se podle řady studií (Cunha, Ferreira, Barbosa, 2017, s. 1615; Wetter et al., 2005, s. 776; Schaefer et al., 2009, s. 2594; Hermsdörfer, Goldenberg, 2002, s. 2100; Sunderland et al., 1999, s. 954) odvíjí od strany léze, kdy poškození levé hemisféry se projeví v dosahové fázi úchopu, která je pak pomalejší a méně koordinovaná, a léze v pravé hemisféře vykazuje spíše vizuospatialní deficit, a tedy problémy s kontrolou konečné pozice ruky v úchopech. Nicméně levostranná léze způsobuje výraznější deficit, a poškozuje více aspektů motoriky ipsilaterální ruky, neboť levá hemisféra se podílí na řízení pohybu levé i pravé ruky. Vliv poškození pravé hemisféry potvrdili Cunha, Ferreira, Barbosa (2017, s. 1619–1620) a Wetter et al. (2005, s. 776), kdy pacienti s pravostrannou lézí vykazovali při NHPT horší výsledky. Cunha, Ferreira, Barbosa

(2017, s. 1619–1620) dále uvádějí, že při JTHFT neodhalili rozdíl mezi lézí pravé a levé hemisféry, neboť se tento test skládá ze 4 subtestů, které zahrnují i hrubou motoriku HK.

Výsledky měření v rámci této diplomové práce však neukázaly signifikantní rozdíl mezi poškozením jemné motoriky při lézi v levé či pravé mozkové hemisféře. Je to pravděpodobně dáno nedostatečnou velikostí a nerovností počtu pacientů v podskupinách experimentální skupiny, kdy pacientů s lézí v levé hemisféře bylo pouze 5 a s lézí v pravé 10. V rámci této diplomové práce byla také stanovena hypotéza, jestli strana léze ovlivňuje také sílu stisku ruky. Výsledky měření byly rovněž nevýznamné. Nicméně Sunderland et al. (1999, s. 952) prokázali vliv stany léze na sílu stisku v akutním stadiu onemocnění, kdy pacienti s lézí v levé hemisféře vykazovali větší deficit.

## **12.4 Další senzomotorické deficity ipsilaterální ruky**

Kromě poškození jemné motoriky a svalové síly byly popsány další senzomotorické deficity ipsilaterální ruky.

Hermsdörfer a Goldenberg (2002, s. 2107) při poklepovém testu druhého prstu ipsilaterální ruky změřili různě dlouhé intervaly mezi jednotlivými klepnutími a zvýšenou variabilitu místa klepnutí, a tedy poruchu motorické kontroly neparetické ruky.

Hsu et al. (2017, s. 153) při svém výzkumu zaznamenali poškození barognózie, stereognózie a exterocepce a také deficit v rychlosti pohybu u pacientů v akutním stadiu po CMP.

Quaney et al. (2005, s. 1545) a Hsu et al. (2017, s. 154, 155) zjistili významný deficit modulace síly pinzetového úchopu ipsilaterální ruky při zvedání předmětu, kdy pacienti po CMP uchopovali předmět vždy větší silou. Zvýšená síla stisku předmětu je kompenzační strategií, která vyvažuje poruchu aferentních informací a motorické kontroly pro udržení stabilního pinzetového úchopu.

Brasil-Neto et al. (2008, s. 203) popsali významnou poruchu ( $p < 0,01$ ) diskriminačního čítí neparetické ruky. K hodnocení čítí byly použity 3 štětečky o různé šířce a hrubosti vláken. Pacienti měli určit štětec, který byl aplikován.

Metrot et al. (2003, s. 2284, 2286) prokázal sníženou rychlost a poruchu plynulosti pohybu ipsilaterální HK.

Son et al. (2008, s. 236) sledoval přesnost pohybu metakarpophalangeálního kloubu, kdy pacienti měli za úkol pohybovat prstem podle bodu na obrazovce. U pacientů po CMP byla zjištěna významně nižší přesnost méně poškozené ruky než u zdravých jedinců.



V rámci práce nebyly tyto senzomotorické poruchy hodnoceny. Pro další výzkum a komplexní posouzení změn méně poškozené ruky po CMP by bylo vhodné tyto aspekty motoriky zahrnout do měření.

## **12.5 Vztah mezi kontralaterální a ipsilaterální rukou**

Řada studií zkoumala, jak se zlepšují funkce ipsilaterální ruky v čase a jestli existuje vztah mezi mírou poškození a zlepšováním paretické a neparetické ruky. Podle Barry et al. (2015, s. 1172) a Kaiser et al. (2010, s. 1634, 1636, 1640) existuje přímo úměrná souvislost mezi velikostí poškození kontralaterální a ipsilaterální ruky. Nicméně Morris, van Wijck (2012, s. 1135), Noskin et al. (2008, s. 404) a Son et al. (2018, s. 237) uvádějí, že není souvislost mezi obnovou a poškozením funkcí ipsilaterální a kontralaterální ruky. Sunderland et al. (1999, s. 953) také neprokázali vztah mezi velikostí poškození kontralaterální ruky a senzomotorického deficitu neparetické ruky.

Senzomotorické funkce ipsilaterální ruky se podle Noskin et al. (2008, s. 404) a Metrot et al. (2003, s. 2287) výrazně zlepšují v průběhu prvních dvou měsíců. Sunderland (2000, s. 431) ve své studii uvádí, že u ipsilaterální ruky brzy dochází ke kompletnímu zlepšení jednoduchých senzomotorických funkcí (např. síla stisku), dlouhodobě však přetrvává deficit složitějších komplexních pohybů. Deficit zejména jemné motoriky neparetické ruky přetrvává i několik let po CMP (Barry et al., 2020, s. 1172).

## **12.6 Poškození ipsilaterální dolní končetiny**

Podobný deficit vykazuje také neparetická dolní končetina. Bohannon a Andrews (1995, s. 1) popsali sníženou sílu izometrické kontrakce flexe v kyčelním, extenze v kolenním a plantární flexe v horním hlezenním kloubu ve srovnání se zdravými jedinci, kdy byl deficit výraznější proximálně. Baskett et al. (1996, s. 239) při svém výzkumu pozorovali poruchu přesnosti a sníženou rychlost pohybu ipsilaterální DK. Pandian, Arya (2013, s. 500) pomocí svalového testu také prokázali snížení svalové síly svalů neparetické DK ve srovnání se zdravými jedinci.

## **12.7 Využití v rehabilitaci**

Měření pro tuto diplomovou práci, v korelaci s dalšími studii, prokázalo senzomotorický deficit a poruchy motorické kontroly ipsilaterální ruky u pacientů po CMP. Ačkoliv se většina pacientů a zdravotnického personálu zaměřuje pouze na deficit kontralaterální strany, může i porucha ipsilaterální strany způsobit problémy v každodenním činnostech, zejména při úkonech vyžadujících přesnost a zručnost (Son et al., 2018, s. 238). Podobné

poruchy ipsilaterální ruky byly popsány i u dalších neurologických pacientů, např. u dětí s dětskou mozkovou obrnou (Rich et al., 2017, s. 965).

Senzomotorický trénink neparetické ruky by měl být vřazen do rehabilitačního programu u pacientů po CMP. Několik studií potvrdilo pozitivní vliv bilaterálního či unilaterálního cvičení ipsilaterální ruky na zlepšování funkce obou HK (Metrot et al., 2003, s. 2288; Dokkum et al., 2018, s. 42; Cunha, Ferreira, Barbosa, 2017, s. 1620; Pandian a Arya, 2013, s. 496).

Salehi et al. (2021, s. 919) prokázal, že při unilaterálním tréninku méně poškozené HK dochází ke zlepšení funkce a svalové síly obou HK. Pacienti v subakutním stadiu po CMP byli rozděleni do dvou skupin, tj. experimentální a kontrolní. Obě skupiny podstoupily základní rehabilitační program. Experimentální skupina měla zařazený i unilaterální trénink ipsilaterální HK. Pomocí transkraniální magnetické stimulace byla u pacientů změřena kortikální excitabilita před a po ukončení rehabilitace. U pacientů experimentální skupiny došlo ke snížení kortikální tiché periody (cortical silent period), zlepšení amplitudy motorického evokovaného potenciálu a ke snížení spasticity kontralaterální ruky.

Sun et al. (2018, s. 2009) u pacientů v chronické fázi po CMP zaznamenal zlepšení funkce obou HK, významně sníženou kortikální tichou periodu a transkalózní inhibici v obou hemisférách po unilaterálním tréninku ipsilaterální ruky. Studie potvrdila, že unilaterální trénink ipsilaterální ruky v pozitivním smyslu ovlivňuje dráhy na spinální i kortikální úrovni.

Zapojení neparetické ruky do rehabilitačního plánu je podle výše uvedených studií velmi výhodné. U pacientů po CMP, popř. i u dalších neurologických pacientů, může být terapie ipsilaterální ruky zařazena buď unilaterálně, ne však na úkor kontralaterální HK, či v rámci bilaterálních aktivit, které jsou důležité i z hlediska nácviku koordinace obou HK. Během bilaterálních pohybů také dochází k facilitaci pohybu paretické horní končetiny, kdy nepoškozená hemisféra zvyšuje aktivaci poškozené hemisféry.

## **12.8 Limity měření**

Měření pro tuto diplomovou práci má několik limitů. V první řadě nebylo možné zajistit všem pacientům po CMP na oddělení lůžkové rehabilitace FNOL stejné podmínky měření, např. osvětlení, hluk a teplotu v místnosti.

Dále by bylo vhodné zvýšit počet probandů kontrolní a pacientů experimentální skupiny. V rámci experimentální skupiny nebyl vyvážený a dostatečný počet pacientů s lézí

pravé a levé mozkové hemisféry k hodnocení vlivu strany léze na motorickou kontrolu a funkci neparetické ruky.

Pro další posouzení deficitu ipsilaterální ruky u pacientů po CMP by bylo vhodné rozšířit testování o vyšetření čítí a o testy, které hodnotí motoriku ruky v širším kontextu. NHPT a dynamometrie totiž neposkytují dostatek informací o rozsahu poškození ipsilaterální ruky, jelikož neumožňují hodnocení kontroly a taxy proximálních segmentů ve větším rozsahu.

## Závěr

U pacientů po proběhlé CMP, která se projevuje kontralaterální hemiparézou HK, byly řadou studií prokázány také senzomotorické poruchy ipsilaterální ruky, např. poruchy exteroceptivního i propioceptivního čítí, jemné motoriky, taxe, rychlosti, koordinace a svalové síly. Tyto deficity vznikají na základě porušení nezkřížených vláken tractus kortikospinalis a zvýšené inhibice nepoškozené hemisféry.

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit míru poškození jemné motoriky a síly stisku méně poškozené ruky u pacientů po CMP v akutní fázi onemocnění a jeho závislost na straně léze.

Výsledky NHPT a dynamometrie ukázaly signifikantní deficit ve zručnosti i v síle stisku ipsilaterální ruky u pacientů po CMP ve srovnání se zdravými probandy odpovídajícího věku, pohlaví a dominance HK.

V rámci měření pro tuto diplomovou práci nebyl u experimentální skupiny prokázán rozdíl v jemné motorice ani síle stisku ipsilaterální ruky v závislosti na straně léze.

Řada studií potvrdila pozitivní efekt unilaterálního tréninku ipsilaterální ruky na zlepšování funkcí paretické. Unilaterální cvičení neparetické ruky vede ke snížení kortikální tiché periody, transkalózní inhibice, ke zlepšení amplitudy motorického evokovaného potenciálu a ke snížení spasticity kontralaterální ruky.

V rehabilitaci pacientů po CMP je tedy vhodné zakomponovat i terapii méně poškozené ruky pro zlepšení senzomotorického a funkčního deficitu obou stran. Terapie však musí být vedena tak, aby neprobíhala na úkor kontralaterální strany. V tomto případě by mohlo dojít k rozvoji interhemisferální imbalance, ke snížení progresu zotavování paretické ruky a případně ke vzniku non-use syndromu. Nejvýhodnější je využití bilaterálního tréninku a oboustranných aktivit například v rámci představy pohybu, zrcadlové terapie a robotické rehabilitace.

Do dalších studií je možné navrhnout zvýšení počtu probandů a pacientů, v různých stádiích po CMP, a rozšíření baterii testů o hodnocení čítí, hrubé motoriky, svalové síly proximálních segmentů a o funkční testy. Doplnění měření o tyto testy poskytne více informací o šíři poškození ipsilaterální ruky. Vhodné je také zařazení funkčních testů paretické ruky, které by spolu s hodnocením neparetické vedlo k přesnějšímu popsání jejich vzájemného vztahu, co se týče míry poškození a následného zotavování. Případné výsledky by pak byly lépe aplikovatelné do rehabilitační praxe pro terapii neurologických pacientů, popřípadě k prognózování zotavování paretické ruky.

## Referenční seznam

1. AARON, Dorit H., Caroline W. Stegink JANSEN, G. M. RIBBERS, H. J. STAM, J. N. VAN DER GEEST, J. B. J. BUSSMANN a R. W. SELLES, 2003. Development of the Functional Dexterity Test (FDT): Construction, validity, reliability, and normative data. *Journal of Hand Therapy*. **16**(1), 12–21. ISSN 08941130. Dostupné z: doi:10.1016/S0894-1130(03)80019-4.
2. AMBLER, Zdeněk, 2006. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 6. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Karolinum, ISBN 80-246-1258-5.
3. ANGEROVÁ, Yvona, 2017. Spasticita a její terapie. ŠVESTKOVÁ, Olga, Yvona ANGEROVÁ, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTOVA. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0084-2.
4. ARYA, Kamal Narayan, 2016. Underlying neural mechanisms of mirror therapy: Implications for motor rehabilitation in stroke. *Neurology India*. **64**(1). 393–398. ISSN 0028-3886. Dostupné z: doi:10.4103/0028-3886.173622.
5. BARRY, Alexander J., Kristen M. TRIANDAFILOU, Mary Ellen STOYKOV, Naveen BANSAL, Elliot J. ROTH a Derek G. KAMPER, 2020. Survivors of Chronic Stroke Experience Continued Impairment of Dexterity But Not Strength in the Nonparetic Upper Limb. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **101**(7), 1170–1175. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2020.01.018.
6. BASKETT, JONATHAN J., H. JANE MARSHALL, JOANNA B. BROAD, PAUL H. OWEN a GEOFF GREEN, 1996. The Good Side after Stroke: Ipsilateral Sensory-motor Function needs Careful Assessment. *Age and Ageing*. **25**(3), 239–244. ISSN 0002-0729. Dostupné z: doi:10.1093/ageing/25.3.239.
7. BASTLOVÁ, Petra, 2018. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. 2. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5301-9.
8. BISSOLOTTI, Luciano, Jorge Hugo VILLAFANE, Paolo GAFFURINI, Claudio ORIZIO, Kristin VALDES a Stefano NEGRINI, 2016. Changes in skeletal muscle perfusion and spasticity in patients with poststroke hemiparesis treated by robotic assistance (Gloreha) of the hand. *Journal of Physical Therapy Science*. **28**(3), 769–773. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.28.769.

9. BOCANOVÁ, R., T. GUEYE, O. ŠVESTKOVÁ a A. OKTÁBCOVÁ, 2018. Efektivita robotické terapie prostřednictvím přístroje Armeo Spring u osob v akutní fázi po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **25**(3), 119–125. ISSN 1211-2658.
10. BOHANNON, Richard W. a A. Williams ANDREWS, 1995. Limb Muscle Strength is Impaired Bilaterally after Stroke. *Journal of Physical Therapy Science*. **7**(1), 1–7. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.7.1.
11. BRASIL-NETO, Joaquim P. a Ângela Cristina DE LIMA, 2008. Sensory Deficits in the Unaffected Hand of Hemiparetic Stroke Patients. *Cognitive and Behavioral Neurology*. **21**(4), 202–205. ISSN 1543-3633. Dostupné z: doi:10.1097/WNN.0b013e3181864a24.
12. CAURAUGH, James H. a Sangbum KIM, 2002. Two Coupled Motor Recovery Protocols Are Better Than One: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Stroke*. **33**(6), 1589–1594. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.0000016926.77114.A6.
13. CAURAUGH, James H. a Jeffery J. SUMMERS, 2005. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Progress in Neurobiology*. **75**(5), 309–320. ISSN 03010082. Dostupné z: doi:10.1016/j.pneurobio.2005.04.001.
14. CAREY, Leeanne M., Linda E. OKE a Thomas A. MATYAS, 1996. Impaired limb position sense after stroke: A quantitative test for clinical use. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **77**(12), 1271–1278. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/S0003-9993(96)90192-6.
15. COLLIN, C a D WADE, 1990. *Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study*. **53**(7), 576–579. ISSN 0022-3050. Dostupné z: doi:10.1136/jnnp.53.7.576.
16. CONFORTO, Adriana B., Alain KAELIN-LANG a Leonardo G. COHEN, 2002. Increase in hand muscle strength of stroke patients after somatosensory stimulation. *Annals of Neurology*. **51**(1), 122–125. ISSN 0364-5134. Dostupné z: doi:10.1002/ana.10070.
17. CUNHA, Bianca Pinto, Sandra Maria FERREIRA DE FREITAS a Paulo BARBOSA DE FREITAS, 2017. Assessment of the Ipsilesional Hand Function in Stroke Survivors: The Effect of Lesion Side. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. **26**(7), 1645–1621. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.02.023.

18. DANNENBAUM, Ruth M, Stella M MICHAELSEN, Johanne DESROSIERS a Mindy F LEVIN, 2002. Development and validation of two new sensory tests of the hand for patients with stroke. *Clinical Rehabilitation*. **16**(6), 630–639. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1191/0269215502cr532oa.
19. DESROSIERS, Johanne, Réjean HÉBERT, Gina BRAVO a Élisabeth DUTIL, 1995. Upper extremity performance test for the elderly (TEMPA): Normative data and correlates with sensorimotor parameters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **76**(12), 1125–1129. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/S0003-9993(95)80120-0.
20. DYLEVSKÝ, Ivan, 2009. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.
21. EXNER, C. E, 1993. Content Validity of the In-Hand Manipulation Test. *The American Journal of Occupational Therapy*, **47**(6), 505–513. Dostupné z: doi:10.5014/ajot.47.6.505.
22. GAUL ALÁČKOVÁ, Petra, Jana VYSKOTOVÁ, Ivana KREJČÍ, Kateřina MACHÁČKOVÁ a Petra KORÁBOVÁ, 2021. Diagnostika. VYSKOTOVÁ, Jana, Kateřina MACHÁČKOVÁ, KREJČÍ Ivana a kolektiv autorů. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 33–71. ISBN 978-80-244-5767-3.
23. GÜNDÜZ, Osman Hakan a Özün BAYINDIR, 2014. Hand fuction in Stroke. DURUÖZ, Mehmet Tuncay. *Hand fuction: A Practical Guide to Assesment*. Springer, 107–114. ISBN 978-1-4614-9448.
24. HARDIN, Misty, 2002. Assessment of Hand Function and Fine Motor Coordination in the Geriatric Population. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. **18**(2), 18–27. Dostupné z: doi:10.1097/00013614-200212000-00004.
25. HERMSDÖRFER, J. a G. GOLDENBERG, 2002. Ipsilesional deficits during fast diadochokinetic hand movements following unilateral brain damage. *Neuropsychologia*. **40**(12), 2100–2115. ISSN 00283932. Dostupné z: doi:10.1016/S0028-3932(02)00048-9.
26. HERZIG, Roman, 2008. *Ischemické cévní mozkové příhody*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-148-6.
27. HILLEROVÁ, L., E. MIKULECKÁ, M. MAYER a I. VLACHOVÁ, 2006. Statistické hodnocení nové škály: Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **13**(3), 107–111. ISSN 1211-2658.

28. HORSÁKOVÁ, P., M. KRIVOŠÍKOVÁ a O. ŠVESTKOVÁ, 2017. Terapie vynuceného používání u pacientů po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **24**(3), 166–169. ISSN 1211-2658.
29. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2017. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustrovala Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.
30. HSU, Hsiu-Yun, Yao-Lung KUO, I-Ming JOU, Fong-Chin SU, Haw-Yen CHIU a Li-Chieh KUO, 2014. Diagnosis From Functional Perspectives: Usefulness of a Manual Tactile Test for Predicting Precision Pinch Performance and Disease Severity in Subjects With Carpal Tunnel Syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **95**(4), 717–725. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2013.11.017.
31. HSU, Hsiu-Yun, Chia-Wen KE, Ta-Shen KUAN, Hsiu-Ching YANG, Ching-Liang TSAI a Li-Chieh KUO, 2018. Impacts of Sensation, Perception, and Motor Abilities of the Ipsilesional Upper Limb on Hand Functions in Unilateral Stroke: Quantifications From Biomechanical and Functional Perspectives. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. **10**(2), 146–153. ISSN 19341482. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmrj.2017.07.001.
32. JANČÍKOVÁ, Věra, 2021. Zrcadlová terapie v rehabilitaci ruky. VYSKOTOVÁ, Jana, Ivana KREJČÍ a Kateřina MACHÁČKOVÁ a kolektiv autorů. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 113–118. ISBN 978-80-244-5767-3.
33. JANDA, Vladimír, 2004. *Svalové funkční testy: kniha obsahuje 401 obrázků a 65 tabulek*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0722-8.
34. KAESER, Mélanie, Alexander F. WYSS, Shahid BASHIR. 2010. Effects of Unilateral Motor Cortex Lesion on Ipsilesional Hand's Reach and Grasp Performance in Monkeys: Relationship With Recovery in the Contralesional Hand. *Journal of Neurophysiology*. **103**(3), 1630–1645. ISSN 0022-3077. Dostupné z: doi:10.1152/jn.00459.2009.
35. KALINA, Miroslav, 2008. *Cévní mozková příhoda v medicínské praxi*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-107-9.
36. KOLÁŘ, Pavel, 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.



37. KOLÁŘOVÁ, Barbora, Jiří STACHO, Petr KONEČNÝ a Lucie NAVRÁTILOVÁ, 2019. Robotické rehabilitační technologie. KOLÁŘOVÁ, Barbora, Jiří STACHO, Petr KONEČNÝ, Lucie NAVRÁTILOVÁ a Martina JIRÁČKOVÁ. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci*. 2., přepracované a doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 107–121. ISBN 978-80-244-5403-0.
38. KONEČNÝ, Petr, 2021. Problematika spastické ruky. VYSKOTOVÁ, Jana, Ivana KREJČÍ, MACHÁČKOVÁ Kateřina a kolektiv autorů. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 178–186. ISBN 978-80-244-5767-3.
39. KOUKOLÍK, František, 2000. *Lidský mozek: funkční systémy: normy a poruchy*. Praha: Portál. ISBN 80-717-8379-X.
40. KRAKAUER, John W, 2005. Arm Function after Stroke: From Physiology to Recovery. *Seminars in Neurology*. **25**(04), 384–395. ISSN 0271-8235. Dostupné z: doi:10.1055/s-2005-923533
41. KVAPILOVÁ, B., K. HOIDEKROVÁ, Y. ANGEROVÁ a D. PAVLŮ, 2019. Porovnání časové náročnosti, cenové dostupnosti reliability testů jemné motoriky pro pacienty po cévní mozkové příhodě z pohledu ergoterapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, **26**(3), 131–138. ISSN 1211-2658.
42. LEE, Min-Jae, Jung-Hoon LEE, Hyun-Mo KOO a Sun-Min LEE, 2017. Effectiveness of Bilateral Arm Training for Improving Extremity Function and Activities of Daily Living Performance in Hemiplegic Patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. **26**(5), 1020–1025. ISSN 10523057. Dostupné z: doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.12.008.
43. LINCOLN, N. B., J. M. JACKSON a S. A. ADAMS, 1998. Reliability and Revision of the Nottingham Sensory Assessment for Stroke Patients. *Physiotherapy*. **84**(8), 358–365. ISSN 00319406. Dostupné z: doi:10.1016/S0031-9406(05)61454-X.
44. LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, Marcela, 2015. *Rehabilitace po náhlé cévní mozkové příhodě*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-225-1.
45. LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, Marcela, 2009. *Trauma mozku a jeho rehabilitace*. Praha: Galén. ISBN 978-807-2625-697.
46. MATHIOWETZ, V., K. WEBER, N. KASHMAN a G. VOLLAND, 1985. Adult Norms for the Nine Hole Peg Test of Finger Dexterity. *The Occupational Therapy Journal of Research*. **5**(1), 24–37. Dostupné z: doi.org/10.1177/153944928500500102.

47. MACHÁČKOVÁ, Kateřina, Petr KONEČNÝ a Jana VYSKOTOVÁ, 2021. Terapie hemiparetické ruky. VYSKOTOVÁ, Jana, Ivana KREJČÍ, MACHÁČKOVÁ Kateřina a kolektiv autorů. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 161–186. ISBN 978-80-244-5767-3.
48. MCCOMBE WALLER, Sandy a Jill WHITALL, 2004. Fine motor control in adults with and without chronic hemiparesis: Baseline comparison to nondisabled adults and effects of bilateral arm training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **85**(7), 1076-1083. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2003.10.020.
49. MCDONOUGH, S. 2008. Neuromuscular and muscular electrical stimulation. WATSON, T. et al, *Elektrotherapy.: Evidence based practise*. 12. Edinburgh: Churchill Livingstone. ISBN: 9780443101793.
50. MCCREA, Patrick H., Janice J. ENG a Antony J. HODGSON, 2003. *Time and magnitude of torque generation is impaired in both arms following stroke*. **28**(1), 46–53. ISSN 0148-639X. Dostupné z: doi:10.1002/mus.10397.
51. METROT, Julien, Jerome FROGER, Isabelle HAURET, Denis MOTTET, Liesjet VAN DOKKUM a Isabelle LAFFONT, 2013. Motor Recovery of the Ipsilesional Upper Limb in Subacute Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **94**(11), 2283–2290. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2013.05.024.
52. MICHIELSEN, Marian E., Ruud W. SELLES, Jos N. VAN DER GEEST, et al., 2011. Motor Recovery and Cortical Reorganization After Mirror Therapy in Chronic Stroke Patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. **25**(3), 223-233. ISSN 1545-9683. Dostupné z: doi:10.1177/1545968310385127.
53. MORRIS, D. M, V. W. MARK a E. TAUB, 2006. Constraint induced movement therapy: Characterizing the intervention protokol. *Europa Mediopsychica*. **42**(3). Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17039224>.
54. MORRIS, Jacqui H. a Frederike VAN WIJCK, 2012. Responses of the Less Affected Arm to Bilateral Upper Limb Task Training in Early Rehabilitation After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **93**(7), 1129–1137. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2012.02.025.
55. MULDER, Th., 2007. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *Journal of Neural Transmission*. **114**(10), 1265-1278. ISSN 0300-9564. Dostupné z: doi:10.1007/s00702-007-0763-z.

56. MYINT, J.M.W.W, G.H.C. YUEN, T.K.K YU, C.P.L KNG, A.M.E WONG, K.K.C CHOW, C.H.K LI a C.P WONG, 2008. A study of constraint-induced movement therapy in subacute stroke patients in Hong Kong. *Clinical Rehabilitation*. **22**(2), 112–124. Dostupné z: doi:10.1177/0269215507080141.
57. NOSKIN, O, J W KRAKAUER, R M LAZAR, J R FESTA, C HANDY, K A O'BRIEN a R S MARSHALL, 2008. Ipsilateral motor dysfunction from unilateral stroke: implications for the functional neuroanatomy of hemiparesis. *Journal of Hand Therapy*. **79**(4), 401–406. ISSN 0022-3050. Dostupné z: doi:10.1136/jnnp.2007.118463.
58. PAGE, Stephen J., Peter LEVINE a Anthony C. LEONARD, 2005. Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **86**(3), 399–402. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2004.10.002.
59. PANDIAN, Shanta a Kamal Narayan ARYA, 2013. Motor impairment of the ipsilesional body side in poststroke subjects. *Journal of Bodywork and Movement Therapies: Neurorehabilitation: prospective, cross-sectional, and nonexperimental study*. Elsevier, **17**(4), 495–503. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.03.008.
60. PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ, 2009. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2899-5.
61. PRODOEHL, Janey, Daniel M. CORCOS, David E. VAILLANCOURT, J. R. FESTA, C. HANDY, K. A. O'BRIEN a R. S. MARSHALL, 2009. Basal ganglia mechanisms underlying precision grip force control: implications for the functional neuroanatomy of hemiparesis. *Journal of Hand Therapy*. **33**(6), 900–908. ISSN 01497634. Dostupné z: doi:10.1016/j.neubiorev.2009.03.004.
62. QUANEY, Barbara M., Subashan PERERA, Rebecca MALETSKY, Carl W. LUCHIES a Randolph J. NUDO, 2005. Impaired Grip Force Modulation in the Ipsilesional Hand after Unilateral Middle Cerebral Artery Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. **19**(4), 338–349. ISSN 1545-9683. Dostupné z: doi:10.1177/1545968305282269.
63. RADHAKRISHNAN, S., M. NAGARAVINDRA, David E. VAILLANCOURT, J. R. FESTA, C. HANDY, K. A. O'BRIEN a R S MARSHALL, 1993. Analysis of hand forces in health and disease during maximum isometric grasping of cylinders: implications for the functional neuroanatomy of hemiparesis. *Journal of Hand Therapy*. **31**(4), 372–376. ISSN 0140-0118. Dostupné z: doi:10.1007/BF02446690.

64. RICH, Tonya L., Jeremiah S. MENK, Kyle D. RUDSER, Timothy FEYMA a Bernadette T. GILLICK, 2017. Less-Affected Hand Function in Children With Hemiparetic Unilateral Cerebral Palsy: A Comparison Study With Typically Developing Peers. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. **31**(10-11), 965–976. ISSN 15459683. Dostupné z: doi:10.1177/1545968317739997.
65. ROTHGANGEL, A.S a S. M. BRAUN, 2013. *Mirror therapy: Practical protocol for stroke rehabilitation*. [online]. [cit. 2021-8-31]. Dostupné z: doi:10.12855/ar.sb.mirrorthrapy.e2013.
66. SILVA, Cláudia C., Augusta SILVA, Andreia SOUSA, et al., 2014. Co-activation of upper limb muscles during reaching in post-stroke subjects: An analysis of the contralesional and ipsilesional limbs. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. **24**(5), 731–738. ISSN 10506411. Dostupné z: doi:10.1016/j.jelekin.2014.04.011.
67. SALEHI DEHNO, Nasrin, Fahimeh KAMALI, Abdolhamid SHARIAT a Shapour JABERZADEH, 2021. Unilateral Strength Training of the Less Affected Hand Improves Cortical Excitability and Clinical Outcomes in Patients With Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **102**(5), 914–924. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2020.12.012.
68. SCHAEFER, Sydney Y., Kathleen Y. HAALAND a Robert L. SAINBURG, 2009. Hemispheric specialization and functional impact of ipsilesional deficits in movement coordination and accuracy. *Neuropsychologia*. **47**(13), 2953–2966. ISSN 00283932. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.025.
69. SON, Sung Min, Seok Hyun NAM, Kyung Woo KANG a Dae Hyun KIM, 2018. Relationship between Ipsilateral Motor Deficits on the Less-Affected Side and Motor Function Stage on the Affected Side. *The Journal of Korean Physical Therapy*. **30**(6), 234–238. ISSN 1229-0475. Dostupné z: doi:10.18857/jkpt.2018.30.6.234
70. STEIN, Cinara, Carolina Gassen FRITSCH, Caroline ROBINSON, Graciele SBRUZZI a Rodrigo Della Méa PLENTZ, 2015. Effects of Electrical Stimulation in Spastic Muscles After Stroke. *Stroke*. **46**(8), 2197–2205. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/STROKEAHA.115.009633.

71. SUN, Yao, Noah M. H. LEDWELL, Lara A. BOYD a E. Paul ZEHR, 2018. Unilateral wrist extension training after stroke improves strength and neural plasticity in both arms. *Experimental Brain Research*. **236**(7), 2009–2021. ISSN 0014-4819. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-018-5275-6.
72. SUNDERLAND, Alan, Mark P. BOWERS, Stella-Marie SLUMAN, David J. WILCOCK a Mark E. ARDRON, 1999. Impaired Dexterity of the Ipsilateral Hand After Stroke and the Relationship to Cognitive Deficit. *Stroke*. **30**(5), 949–955. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.30.5.949.
73. SUNDERLAND, Alan, Augusta SILVA, Andreia SOUSA, et al., 2000. Recovery of Ipsilateral Dexterity After Stroke: An analysis of the contralesional and ipsilesional limbs. *Stroke*. **31**(2), 430–433. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.31.2.430.
74. TAUB, Edward, Jean E. CRAGO, Louis D. BURGIO, Thomas E. GROOMES, Edwin W. COOK, Stephanie C. DELUCA a Neal E. MILLER, 1994. An operant approach to rehabilitation medicine: overcoming learned nonuse by shaping. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. **61**(2), 281–293. ISSN 00225002. Dostupné z: doi:10.1901/jeab.1994.61-281.
75. TOGA, Arthur W. a Paul M. THOMPSON, 2003. Mapping brain asymmetry. *Nature Reviews Neuroscience*. **4**(1), 37–48. ISSN 1471-003X. Dostupné z:doi:10.1038/nrn1009.
76. VAN DOKKUM, Liesjet E. H., Emmanuelle LE BARS, Denis MOTTET, Alain BONAFÉ, Nicolas MENJOT DE CHAMPFLEUR a Isabelle LAFFONT, 2018. Modified Brain Activations of the Nondamaged Hemisphere During Ipsilesional Upper-Limb Movement in Persons With Initial Severe Motor Deficits Poststroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. **32**(1), 34–45. ISSN 1545-9683. Dostupné z: doi:10.1177/1545968317746783.
77. VAN GRUNSVEN, W., C. NJIOKIKTJIEN, M. VRANKEN a M. VUYLSTEKE-WAUTERS, 2003. Ontogenetic Trends in Gnostic Hand Function in 3- to 12-Yr.-Old Children. *Perceptual and Motor Skills*. **96**(3), 1043–1061. ISSN 0031-5125. Dostupné z: doi:10.2466/pms.2003.96.3c.1043.
78. VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ, 2013. *Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4698-2.

79. VYSKOTOVÁ, Jana a František VAVERKA, 2007. A test of manipulation functions using the constructional set “ministav” in physiotherapy and the verification of its reliability. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*. **37**(3), 49–56.
80. WINWARD, C. E., halligan, P. W., WADE, D. T, 2002. The Rivermead Assessment of Somatosensory Performance (RASP): Standardization and reliability data. *Clinical Rehabilitation*, **16**(5), 523–533. Dostupné z: doi:10.1191/0269215502cr522oa.
81. WOLF, S., L., CATLIN, P., A., M ELLIS, M., ARCHER, A., L., MORGAN, B., PIACENTINO, A. 2001. Assessing Wolf Motor function Test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*, **32**(7), 1635–1639. ISSN: 0039-2499. Dostupné z: doi 10.1161/01.STR.32.7.1635.
82. YANCOSEK, K. E., HOWELL, D. 2009. A Narrative Review of Dexterity Assessments. *Journal of Hand Therapy*, **22**(3), 258–270. Dostupné z:doi:10.1016/j.jht.2008.11.004.
83. WETTER, Spencer, Janet L. POOLE a Kathleen Y. HAALAND, 2005. Functional implications of ipsilesional motor deficits after unilateral stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **86**(4), 776–781. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2004.08.009.
84. WIESENDANGER, Mario a Deborah J. SERRIEN, 2001. Toward a Physiological Understanding of Human Dexterity. *Physiology*. **16**(5), 228–233. ISSN 1548-9213. Dostupné z: doi:10.1152/physiologyonline.2001.16.5.228.
85. XU, Jing, Adrian M. HAITH a John W. KRAKAUER, 2015. Motor Control of the Hand Before and After Stroke. *Clinical Systems Neuroscience*. Tokyo: Springer Japan, 2015-12-17, 271–289. ISBN 978-4-431-55036-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-4-431-55037-2\_14.

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Schéma mozkových vaskulárních teritorií (Ambler, 2006, s. 141). .....	12
<b>Obrázek 2:</b> Pružinový dynamometr (autor).....	28
<b>Obrázek 3:</b> Aktivace kortikálních oblastí u pacientů s centrální parézou HK po aplikaci botulotoxinu (Veverka, 2014, s. 281). .....	30
<b>Obrázek 4:</b> Průměrné výsledky Box and Blocks testu první, druhé a kontrolní skupiny před a po terapii (Cauraugh, Kim, 2002, s. 1591). .....	32
<b>Obrázek 5:</b> Rozdílné korové aktivace mezi experimentální a kontrolní skupinou při pohybu ipsilaterální ruky (Van Dokkum et al., 2018, s. 41). .....	37
<b>Obrázek 6:</b> Srovnání rychlosti dosahové aktivity pacientů experimentální skupiny 1. a 12. týden měření s probandy kontrolní skupiny (Metrot et al., 2003, s. 2287). .....	38
<b>Obrázek 7:</b> Výsledky Manual tactile test u pacientů po CMP ve srovnání se zdravými probandy (Hsu et al., 2017, s. 150).....	39
<b>Obrázek 8:</b> Maximální svalová kontrakce v uvedených pohybech kontralaterální a ipsilaterální ruky u pacientů po CMP ve srovnání se zdravými jedinci (McCrea et al., 2003, s. 49). .....	41
<b>Obrázek 9:</b> Vyjádření vztahu zlepšení ipsilaterální ruky v závislosti na obnově funkcí kontralaterální (vlevo) a vyjádření vztahu úpravy funkcí ipsilaterální ruky v závislosti na velikosti kortikální léze (vpravo) (Kaeser et al., 2010, s. 1637, 1639).....	42
<b>Obrázek 10:</b> Zobrazení souvislosti míry poškození kontralaterální a ipsilaterální ruky (Noskin, 2008, s. 403). .....	42
<b>Obrázek 11:</b> Rozdíl v jemné motorice a síle stisku mezi experimentální a kontrolní skupinou po 1 týdně, 1 měsíci a po 1 roce od proběhlé CMP (Noskin, 2008, s. 403). .....	43
<b>Obrázek 12:</b> Testovací sada devítikolíkoveho testu (autor). .....	47
<b>Obrázek 13:</b> Digitální dynamometr (autor).....	47
<b>Obrázek 14:</b> Grafické znázornění rozdílu v jemné motorice měřené pomocí NHPT mezi experimentální a kontrolní skupinou (autor). .....	51
<b>Obrázek 15:</b> Grafické znázornění rozdílu síly stisku měřené pomocí dynamometru (DM) mezi experimentální a kontrolní skupinou (autor). .....	51

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Srovnání výsledků Minnesota manual dexterity testu (MMDT) a Purdue Pegboard testu (PPBT) u pacientů po CMP a u zdravých probandů (Pandian, Arya, 2013, s. 500). .....	38
<b>Tabulka 2:</b> Srovnání rychlosti pohybu a síly stisku drženého předmětu u pacientů experimentální a kontrolní skupiny (Hsu et al., 2017, s. 165).....	39
<b>Tabulka 3:</b> Charakteristika probandů kontrolní skupiny a výsledky měření Nine-Hole Peg Testu a dynamometrie. ....	48
<b>Tabulka 4:</b> Charakteristika probandů experimentální skupiny a výsledky měření Nine-Hole Peg Testu a dynamometrie. ....	49
<b>Tabulka 5:</b> Popisná statistika věku a výsledků NHPT a dynamometrie experimentální a kontrolní skupiny. ....	50
<b>Tabulka 6:</b> Znázornění hladiny významnosti ( $p$ ) a průměrného rozdílu výsledků testů NPHT a dynamometrie experimentální a kontrolní skupiny. ....	50
<b>Tabulka 7:</b> Porovnání výsledků NHPT testu levé a pravé ruky v rámci experimentální skupiny a k tomu odpovídající výsledky levé a pravé ruky probandů kontrolní skupiny a jejich 95 % CI. ....	52
<b>Tabulka 8:</b> Porovnání výsledků dynamometrie levé a pravé ruky v rámci experimentální skupiny a k tomu odpovídající výsledky levé a pravé ruky probandů kontrolní skupiny a jejich 95 % CI. ....	52



## Seznam zkratek

a.	arterie
CI	interval spolehlivosti
CNS	centrální nervová soustava
CMP	cévní mozková příhoda
CT	computed tomography (počítačová tomografie)
DM	dynamometrie
EMG	elektromyografie
FNOL	Fakultní nemocnice v Olomouci
hCMP	hemoragická cévní mozková příhoda
iCMP	ischemická cévní mozková příhoda
JTHFT	Jebsen-Taylor Hand Function test
LOK	loketní kloub
HK	horní končetina
MI	primární motorická oblast
MII	suplementární motorická oblast
MMDT	Minnesotské rychlostní manipulační testy
MRI	magnetická rezonance
NMES	neuromuskulární elektrická stimulace
NHPT	Nine-hole Peg test
PM	premotorická oblast
PNF	proprioceptivní neuromuskulární facilitace
PPBT	Purdue pegboard test
RAK	ramenní kloub
RASP	Rivemead Assesment of Somatosenzory Performance
RIND	reverzibilní ischemický neurologický deficit
SES	somatosenzorická elektrická stimulace
SD	směrodatná odchylka
TENS	transkutánní elektrická stimulace
TIA	tranzitorní ischemická ataka
VRL	Vojtova reflexní lokomoce

## **Seznam příloh**

<b>Příloha 1:</b> Informovaný souhlas .....	75
---	----

## Přílohy

### Příloha 1: Informovaný souhlas

#### Informovaný souhlas

**Pro výzkumný projekt:** Posouzení míry poškození ipsilaterální ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě.

**Období realizace:** 1. 1. 2021 – 1. 1. 2023

**Řešitelé projektu:** Bc. Anna Staňková

Vážená paní, vážený pane,

obracím se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je posouzení míry poškození zdravé ruky u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě v porovnání se zdravými jedinci odpovídajícího věku použitím Nine-Hole Peg Testu a dynamometru. Uvedené testy slouží k hodnocení jemné motoriky a síly stisku ruky a budou Vám detailně představeny před samotným měřením. U pacientů po cévní mozkové příhodě bude hodnocena pouze zdravá ruka. Testování pacienta po cévní mozkové příhodě bude trvat přibližně 10 minut. U zdravých probandů budou hodnoceny obě ruce. Měření bude trvat přibližně 20 minut.

Z účasti na výzkumu pro Vás vyplývají tyto výhody:

- Zjistíte, jak jste na tom s obratností a silou stisku ruky ve srovnání s ostatními lidmi ve Vaší věkové skupině.
- Zjistíte, do jaké míry a jestli došlo k poškození zdravé ruky po prodělané cévní mozkové příhodě.

Z účasti na výzkumu pro Vás nevyplývají žádná rizika.

Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

### **Prohlášení účastníka výzkumu**

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitelka projektu mne informovala o podstatě výzkumu a seznámila mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl(a) jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl(a) jsem možnost se řešitelky zeptat na vše, co jsem považoval/a pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal(a) jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován(a) že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracována v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_