

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Diana Brzuchanská

**Využití senzomotorické stimulace v terapii ruky u pacientů po  
cévní mozkové příhodě**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje, které jsem uvedla v referenčním seznamu.

V Olomouci 15. května 2024

Diana Brzuchanská

Ráda bych poděkovala mé vedoucí práce paní Mgr. Janě Vyskotové, Ph.D. za cenné rady a připomínky, odborné vedení, trpělivost, ochotu v komunikaci a za čas, který mi věnovala během zpracovávání mé bakalářské práce.

## ANOTACE

<b>Typ závěrečné práce:</b>	Bakalářská práce
<b>Název práce v ČJ:</b>	Využití senzomotorické stimulace v terapii ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě
<b>Název práce v AJ:</b>	The use of sensorimotor stimulation in hand therapy in patients after stroke
<b>Datum zadání:</b>	2023-11-30
<b>Datum odevzdání:</b>	2024-05-15
<b>Vysoká škola, fakulta, ústav:</b>	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav klinické rehabilitace
<b>Autor práce:</b>	Diana Brzuchanská
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D.
<b>Oponent práce:</b>	Mgr. Barbora Hrubíšová

### Abstrakt práce v ČJ:

Bakalářská práce se zaměřuje na význam senzomotorické stimulace v terapii ruky po cévní mozkové příhodě z pohledu ergoterapeuta. V úvodu je představena cévní mozková příhoda jako komplexní neurologické onemocnění, které má za následek senzomotorické poruchy ruky, jako je ztráta citlivosti, oslabení svalů a narušení koordinace pohybů.

Tato bakalářská práce zpracovává dostupné informace o uplatnění senzomotorické stimulace v terapii ruky po cévní mozkové příhodě z pohledu ergoterapie. Poukazuje na význam výzkumů, které mohou podpořit efektivní ergoterapeutické intervence pro osoby s postižením senzomotorické funkce ruky. Zdůrazňuje důležitost individuálního přístupu a komplexního terapeutického plánu pro tyto osoby.

Pro zpracování této bakalářské práce byly zdroje vyhledávány pomocí internetové databáze PubMed, Google Scholar, EBSCO, ResearchGate.

**Klíčová slova:** senzomotorická stimulace, cévní mozková příhoda, úkolově-orientovaná terapie, ergoterapie, aktivity denního života (ADL)

**Abstrakt práce v AJ:**

The bachelor thesis focuses on the importance of sensorimotor stimulation in hand therapy after stroke from the perspective of occupational therapist. In the introduction, stroke is introduced as a complex neurological disease that results in sensorimotor disorders of the hand, such as loss of sensation, muscle weakness and impaired coordination of movements.

This bachelor thesis compiles the available information on the application of sensorimotor stimulation in hand therapy after stroke from an occupational therapy perspective. It highlights the importance of research that can support effective occupational therapy interventions for people with impairments in hand sensorimotor function. Emphasizes the importance of an individualized approach and comprehensive treatment plan for these individuals.

For the preparation of this thesis, sources were searched using the PubMed, Google Scholar, EBSCO, and ResearchGate online databases.

**Keywords:** sensorimotor stimulation, stroke, task-oriented therapy, occupational therapy, activity of daily life (ADL)

**Rozsah práce:** 44 stran

## OBSAH

ÚVOD .....	8
1 SENZOMOTORICKÝ SYSTÉM .....	9
1.1 Propriocepce .....	9
1.2 Exterocepce.....	11
1.3 Somatosenzorický kortex.....	12
1.4 Motorický kortex .....	14
2 CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA.....	15
2.1 Poškození mozkových tepen.....	16
2.2 Poruchy funkcí ruky po CMP .....	16
3 VYŠETŘENÍ SENZOMOTORICKÝCH FUNKCÍ.....	19
3.1 Testy hodnotící senzorické čítí .....	19
3.2 Testy hodnotící motorické funkce .....	22
4 SENZOMOTORICKÁ STIMULACE .....	24
4.1 Vliv senzomotorické stimulace na funkci hemiparetické ruky .....	25
4.2 Senzomotorický trénink a neurální reorganizace po mrtvici .....	26
4.3 Úkolově orientovaný přístup .....	27
4.4 Vliv somatosenzorické stimulace na funkci ruky .....	28
4.5 Obnova somatosenzorických a motorických funkcí u hemiparézy .....	28

DISKUZE.....	30
ZÁVĚR.....	32
Referenční seznam .....	33
Seznam zkratk .....	43
Seznam obrázků .....	44

## ÚVOD

Ve světě rehabilitační medicíny se a neustále zkoumá využití senzomotorické stimulace ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě (CMP). Senzomotorický systém, jak již ze samotného názvu vyplývá, se skládá z komplexní sítě senzoričkových a motorických funkcí a sehrává klíčovou roli v procesu rehabilitace, zejména v kontextu s postižením horní končetiny. Porozumění senzomotorického systému a jeho významu v terapii po CMP je podstatné pro efektivní zvolení ergoterapeutického přístupu. CMP je porucha krevního zásobení mozku, často zanechávající senzomotorické deficity na polovině těla, obzvláště pak na horní končetině. Následky po mrtvici mohou zahrnovat poruchy motorických funkcí, citlivosti či propriocepce, ale také se může vyskytovat spasticita. Všechny zmíněné deficity mají negativní dopad na každodenní život pacienta, jeho soběstačnost, omezující schopnost vykonávat běžné denní činnosti a zapojení do společnosti.

Studie v oblasti senzomotorické stimulace a terapie ruky po CMP prokázaly důležitou interakci mezi motorikou a senzoričkou. Některé výzkumy uvádí, že aktivní zapojení senzoričkových vjemů v rehabilitačním cvičení může pozitivně ovlivnit účinnost motorického tréninku a zlepšit funkční výsledky pacientů. Na tyto výzkumy jsem se v bakalářské práci zaměřila.

Cílem bakalářské práce je zpracovat dostupné informace o uplatnění senzomotorické stimulace v terapii ruky po CMP z pohledu ergoterapie z vybraných databází.

Vzhledem k obsáhlosti tématu je práce zaměřena na aktivní senzomotorickou stimulaci s ohledem na úkolově orientovanou terapii. Cílem tohoto přístupu je efektivní rehabilitace, která podporuje rozvoj neuroplasticity a motivace pacienta, což přispívá ke kvalitnějším výsledkům. Přestože je senzomotorická stimulace klíčový aspekt rehabilitace ruky, existuje stále nedostatek výzkumů zaměřených specificky na terapeutické intervence v ergoterapii, které by poskytly hlubší porozumění tomuto komplexnímu procesu.

V obsahu kapitol jsou prezentovány teoretické poznatky týkající se senzomotorického systému, cévní mozkové příhody a souhrn dosavadních výzkumů v oblasti senzomotorické a somatosenzoričkové stimulace ruky.



# 1 SENZOMOTORICKÝ SYSTÉM

Každý živý organismus je neustále vystavován vlivům prostředí neboli aferentaci. V centrálním nervovém systému (CNS) jsou tyto podněty důkladně analyzovány. Pokud analýza projevuje potřebu reakce, impulzy jsou poté vedeny eferentními drahami k periferním efektorům (svaly). Celkový proces příjmu informací důležitých pro pohybovou aktivitu, jejich zpracování a integrace v CNS až po výstup ve formě svalové činnosti je označován termínem *senzomotorika*. Informace nezbytné pro svalové činnosti jsou získávány jak z proprioreceptorů umístěných ve svalech, šlachách a kloubech, tak z exteroceptorů v kůži (Trojan et al., 2005).

Přestože přispívá zrakový a vestibulární vstup, z klinického hlediska jsou nejdůležitější periferní mechanoreceptory. Aferentní cesty přenášejí vstup do třech úrovní motorického řízení a souvisejících oblastí, jako je mozeček. K aktivaci motorických neuronů může dojít v přímé reakci na periferní senzorický vstup (reflex) nebo na sestupný motorický podnět, přičemž oba mohou být modulovány nebo regulovány přidruženými oblastmi. Eferentní dráhy z každé z úrovní řízení motoriky se sbíhají na alfa a gama motorické neurony umístěné v předních kořenech míchy (Rieman et al., 2002).

Senzomotorické ovládní ruky má nesmírný význam pro fyzické fungování a schopnosti jako je uchopování, zvedání a manipulace s předměty v ruce, ale také pro smyslové informace o předmětech a bezprostředním okolí a pro komunikaci. Dobře přizpůsobená senzomotorická funkce ruky je důležitá pro každodenní činnosti, jako je oblékání, vaření a manuální práce. Kromě toho je nezbytná pro jednotlivce a profese s vysokými nároky na přesné a koordinované ovládní jemné motoriky, například pro hudebníky, chirurgy, zubaře, kadeřníky, ale i pro mnoho sportovců (Röijezon et al., 2017).

## 1.1 Propriocepce

V roce 1907 Sherrington rozlišoval exteroceptivní receptory, jako jsou kožní a zrakové receptory, které signalizovaly podněty vyvíjené na tělo prostředím, a interoceptivní receptory, které vnímaly vlastní vnitřní akce organismu (Prochazka, 2021). Původní definice propriocepce, kterou poprvé použil Charles Sherrington popisovala propriocepci jako schopnost vnímat pohyb kloubů, pozici těla a jeho jednotlivé partie v prostoru. Vnímání je schopnost identifikace, organizace a interpretace senzorických

informací, která nám umožňuje vnitřně reprezentovat a porozumět okolnímu prostředí (Han et al., 2016).

Propriocepce je nezbytná pro dobře přizpůsobenou senzomotorickou kontrolu. Propriocepce plní roli ve zpětné a dopředné senzomotorické kontrole a regulaci svalové ztuhlosti, přičemž je zvláště důležitá pro pohybovou ostrost, stabilitu kloubů, koordinaci a rovnováhu (Clark et al., 2015).

- **Svalové receptory** jsou senzory, které reagují na pasivně protažený sval a plní roli receptoru pro sledování svalového napětí. Čím více je sval v protažení, tím více se svalové vřetenko aktivuje. Tyto senzory předávají informaci centrální nervové soustavě (CNS) o změně délky svalu (statická informace) a rychlostní změny svalu (dynamická informace) a také o dlouhodobějších změnách, které setrvávají při udržení konkrétní polohy. V opačném případě, při zkrácení svalu citlivost svalových vřetének klesá (Trojan et al., 2005). Hustota a distribuce svalových vřetének je různorodá, přičemž jejich nejvyšší koncentrace je zaznamenána ve svalech, které provádějí precizní pohyby, například svaly rukou, oko-hybné svaly, svaly hrtanu a krátké svaly kolem páteře. Ze svalových vřetének jsou vedeny signály do segmentu míchy prostřednictvím dvou typů vláken, která se odlišují v rychlosti přenosu a způsobu terminace (Švestková et al., 2017).
  - **Gama motorické neurony** jsou součástí motorického systému, který řídí pohyb svalů. Tvoří podskupinu motorických neuronů, které inervují **svalová vřeténka**. Regulují jejich citlivost, což je zásadní pro udržení svalového tonu a prevenci poškození svalů. Spolu s alfa motorickými neurony, které jsou zodpovědné za generování síly potřebné pro pohyb, jsou aktivovány stejnými oblastmi mozku, ale dostávají jiné typy vstupů. Zatímco alfa motoneurony dostávají přímý vstup z kůry, gama motoneurony jsou primárně řízeny míšními reflexy. To znamená, že gama motoneurony mohou být aktivovány rychle a automaticky bez vědomého úsilí (FasterCapital, 2024).

Protože svalové vřetenko je schopno aktivně regulovat svou vlastní délku, je proto nezbytné, aby pro každý svalový stah byla upravena odpovídající délka vřetenka. Toto je dosaženo současnou aktivací alfa a gama motorických neuronů, což se nazývá alfa – gama koaktivace (Rokyta et al., 2015).

- **Šlachové receptory** neboli Golgiho tělíska se nacházejí na spojenci mezi svalovou hmotou a šlachou, případně u plochých svalů se vyskytují v oblasti muskulotendinálního přechodu, zatímco zbylé jsou hluboko ve šlachách. Jsou složené

z opouzdřených seskupení kolagenních vláken, mezi kterými je provázáno senzitivní nervové vlákno. Tělíska jsou propojena se svalovými vlákny v sérii, což znamená, že jedna strana tělíska je spojena s několika svalovými vlákny a druhá je připojena ke šlachám (Švestková et al., 2017). Na rozdíl od svalových vřetének jsou Golgiho šlachová tělíska mechanoreceptivními orgány, které se zabývají smyslem pro námahu a reagují na změny svalové zátěže (Jami, 1992). Vykazují sice malou aktivaci svalového protažení, ale jsou vysoce citlivé na kontrakci motorických jednotek, které jsou v sérii s orgánem šlachy, kterou inervují (Davies et. al., 1995).

- **Kloubní receptory** neboli kloubní mechanoreceptory byly v uplynulých letech identifikovány jak ve fasciích svalů, tak i v jejich vazivových obalech a jiných vazivových strukturách pohybového aparátu. Toto seskupení receptorů je schopno detekovat změny mechanických sil ve vazivových strukturách svalů a kloubů. Tyto receptory reagují na změny různého druhu, včetně změn rychlých (kinestezie), trvalých (statestezie) a také reagují na vibrace. Rokyta uvádí, že přesná role těchto receptorů zatím není zcela objasněna, ale obecně se předpokládá, že jejich aktivace vede ke snížení tonusu kosterních svalů (Rokyta et al., 2015).

Avšak studie z roku 2023 naznačuje, že kloubní receptory jsou považovány za důležité při dosahování maximálního pohybu kloubu. Jejich studie na loketním kloubu ukazuje, že svalové vibrace mohou mít vliv na vnímání polohy kloubu. Tvrdí, že svalová vřeténka samotná nemohou poskytovat informace o maximálním pohybu kloubu, a proto jsou signály kloubních receptorů kombinovány se signály svalových vřetének pro určení limitů pohybu kloubu. Tato tvrzení má důležité důsledky pro pochopení mechanismů polohového vnímání a mohou vést k lepšímu léčení poruch pohybového aparátu (Proske, 2023).

## 1.2 Exterocepce

Z neurofyziologického hlediska složitá kůže je inervována širokou škálou podtypů sensorických neuronů, včetně nociceptorů, které vnímají bolestivé podněty a pruriceptorů, které přenášejí svědění, termoreceptorů, které registrují tepelné vjemy, a nízkoprahové mechanoreceptory, které reagují na nebolestivé mechanické podněty nebo dotyk. Náš hmat používáme k rozpoznávání a manipulaci s předměty, ke komunikaci a sociální interakci mezi sebou, k oceňování textur produktů a materiálů (Zimmerman et al., 2014).

V lysé kůži se nacházejí čtyři mechanosenzorické koncové orgány: Ruffiniho tělíska, Meissnerova tělíska, Paciniho tělíska a Merkelovy buňky (Bourane et al., 2015).

- **Ruffiniho tělíska:** jsou hluboko v dermis, v podkožním vazivu a v kloubním pouzdru. Jejich zakončení obsahuje senzitivní vlákna, která jsou obalena Schwannovými buňkami a fibrocyty. Jsou receptivní na protažení povrchu kůže a spadají do kategorie nízkoprahových, pomalu se adaptujících receptorů (Švestková et al., 2017).
- **Merkelovy buňky:** se objevují v bazální vrstvě epidermis a spolupracují s nervy typu A-beta k detekci dotyku a tlaku. Tyto buňky hrají klíčovou roli v rozpoznávání různých druhů dotyků, jako jsou jemné vibrace nebo tlak, a jsou schopné rozlišit vlastnosti předmětu, které se dotýkají kůže. Jsou lokalizovány v oblastech s vysokou citlivostí, jako jsou např. prstové polštářky. Jsou také důležité pro určení polohy, rychlosti stimulu a řadí se mezi pomalu adaptující se receptory (Nakatani et al., 2015).
- **Meissnerova tělíska:** se vyskytují ve vrstvě dermálních papil kůže v těsné oblasti pod epidermis. Jsou vyladěny tak, aby reagovaly na dotykové a vibrační čítí. (Pfeiffer, 2006). Mají čtyřikrát vyšší citlivost než Merkelovy buňky, ale postrádají schopnost rozlišit rozdíly předmětu. Reagují na hmatové promáčknutí kůže a s největší pravděpodobností jejich činnosti kombinují s jinými receptory pro kompletní vnímání doteku (Fleming et al., 2013).
- **Pacciniho tělíska:** Detekují vysokofrekvenční vibrace a jsou uložena v podkožním vazivu. Jsou raženy mezi rychle se adaptující se mechanoreceptory. Tělíska jsou oválného tvaru cibulovitými lamelárními buňkami obklopujícími nervové zakončení. Díky tomuto uspořádání jsou velmi zběhlé ve snímání vibrací s velkou přesností. Jsou nejcitlivější a pokrývají velké plochy kůže (Fleming et al., 2016).

### 1.3 Somatosenzorický kortex

Somatosenzorický systém poskytuje relevantní informace o vlastnostech předmětů, jako je jejich tvar, váha a velikost. Také poskytuje informace o pozici a pohybech našich částí těla v prostoru, což je klíčové pro plynulou interakci s předměty (Doyle et al., 2010).

**Primární somatosenzorický kortex (S1)** a **sekundární somatosenzorický kortex (S2)** jsou v parietálním laloku mozku. Somatosenzorická dráha slouží jako vedení mezi různými smyslovými modalitami v těle, odesílá informace z periferie do postcentrálního gyru a přidružených kortexů pro přenos informací z okolního prostředí. Toto je známé jako somatotopie a používá se ke konstrukci map, jako se sensorický homunkulus (Raju & Tadi, 2024).

Kortex S1 přijímá senzoričké informace, ale vyžaduje, aby kortex S2 je ukládal, zpracovával a uchovával. Oblast S2 má vazby na hippocampus a amygdalu, to pomáhá přijímat informace z našeho prostředí a rozhodovat se o tom, jak k nim přistupovat, a to na základě našich předchozích uložených zkušeností (Raju & Tadi, 2024).

Smyslový homunkulus se týká mapovacích bodů kůry, které odpovídají její funkci v těle. V postcentrálním gyru je senzoričký homunkulus běžným způsobem znázornění toho, která část koronálního řezu postcentrálního gyru odpovídá vjemu v příslušené části těla. Mediální části homunkula představují boky a spodní část těla, zatímco laterální strany tvoří větší oblast pro prsty, obličej, rty, oči a vše ostatní, co by vyžadovalo větší smyslovou ostrost (Raju & Tadi, 2024).

**Spinothalamický trakt (S)** je aferentní, senzoričká dráha, která přenáší nociceptivní, teplotní, hrubý dotek a tlak z naší kůže do oblasti thalamu. Je zodpovědný za naši rychlou reakci na bolestivý podnět, jako je například dotek žhavého sporáku. Spinothalamický trakt se skládá ze dvou sousedních drah: přední a laterální. Přední spinothalamický trakt nese smyslové informace o hrubém doteku. Laterální spinothalamický trakt nese informace o bolesti a teplotě (Navarro et al., 2018).

Periferní neurony přenášejí senzoričké informace do zadního sloupce míchy, poté pokračují po laterální části Valerova mostu a mezimozku k thalamu, kde axony synapsují a vstupují do post-centrálního gyru kortexu. (Chalabi et al., 2018).

Dráha dorzálního sloupce – mediální lemniscus je zodpovědná za přenášení aferentní propriocepce, jemného doteku, dvoubodové diskriminace a vibrací do kortexu z periferie. Periferní neurony přenášejí senzoričké informace do zadního sloupce míchy a putují do mozku kmene, kde se stávají mediálním lemniscem a končí v postcentrálním gyru kortexu (Navarro et al., 2018).

Z jádra Stillingova – Clarkeova, který se nachází v zadním rohu míchy, se šíří tractus spinocerebellaris anterior a tractus spinocerebellaris posterior. Tyto dráhy přenášejí informace z interoreceptorů svalů, kloubů a šlach, stejně jako signály z receptorů v kůži (Seidl, 2008).

**Fasciculus gracilis (Golli) a fasciculus cuneatus (Burdachi)** jsou evolučně mladé dráhy a jejich vznik souvisí s vnímáním v periferii. Vlákná těchto nervových drah přímo vstupují do zadních provazců až do jader zadních provazců v prodloužené míše. Obsahují vlákná pro dotyk a jsou důležitá pro stereognozi. Hluboké vnímání, zahrnující proprioceptivní informace, je zajištěno několika typy receptorů, včetně svalových zakončení (součást gama smyčky) Golgiho šlachových tělísek a volných nervových zakončení v kloubním okolí. Tyto

dráhy se pohybují po zadních (senzitivních) míšních kořenech společně s vlákny pro dotyk (Seidl, 2008).

## 1.4 Motorický kortex

Primární funkcí motorického kortexu je generovat signály pro řízení pohybu těla. Je součástí čelního laloku a nachází se v precentrálním gyru a je zodpovědná za kontrolu dobrovolného motorického pohybu na kontralaterální straně těla. Díky své významné roli v motorických pohybech je precentrální gyrus iniciačním bodem pro několik motorických drah, včetně kortikospinálního traktu, kortikobulbárního traktu a kortiko-rubrospinalního traktu. Skládá se z primární motorické kůry (M1), premotorické kůry a doplňkové motorické oblasti (Meier, 2008).

Primární motorická kůra (M1), umístěná v Brodmannově oblasti 4, vysílá většinu elektrických impulsů vycházejících z motorické kůry. Je topograficky organizována jako somatotopní mapa neboli tzv. motorický homunkulus „malý muž“. Motorický homunkulus v precentrálním gyru je organizován tak, že trup je více na mediální straně, horní končetina a ruka jsou laterálně a vzdálenější laterální oblasti obsahují motorické ovládání pro obličej a hlavu. Oblasti motorického homunkula, které vyžadují jemnější motorické dovednosti ruky jsou výrazně větší než ostatní. Primární motorická kůra přijímá aferentní vstupy z premotorické kůry, smyslové kůry, thalamu, bazálních ganglií a mozečku (Yip & Lui, 2024).

**Kortikospinální trakt** (pyramidový trakt) je eferentní motorická dráha, zodpovědná za přenos informací z kortikální oblasti do periferie za účelem zahájení a modulace pohybu (Javed et al., 2024). Vychází primárně z frontoparietální kůry, včetně primární a sekundární motorické oblasti a somatosenzorického kortexu (Jang, 2014). Kortikospinální dráhy se poté spojí a vytvářejí svazky, které procházejí capsulou internou a mozkovými pedunculy. Tyto svazky následně putují do mozkového kmene (Welnarz et al., 2017). V prodloužené míše se kříží skrz decussatio pyramidum a 75–90 % vláken míří na kontralaterální stranu. Zbýlých 5–15 % vláken se nekříží a tvoří tzv. přední kortikospinální trakt, který pokračuje ve směru dolní hrudní míchy (Hong et al., 2000).

## 2 CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA

Cévní mozková příhoda (CMP) je naléhavá celosvětová zdravotní výzva, protože je hlavní příčinou získaného tělesného postižení u dospělých a druhou hlavní příčinou úmrtnosti ve vyspělých zemích. Jedná se o klinicky definovaný syndrom akutního, fokálního neurologického deficitu připisovaný cévnímu poranění (infarkt, krvácení) CNS (Stephen et al., 2020).

CMP lze z hlediska příčiny rozdělit jako ischemické (80 %) včetně tranzitorní ischemické ataky (TIA) a hemoragické (20 %) včetně intracerebrální a subarachnoidální mrtvice. Krevní oběh mozku lze kategorizovat na část karotického (předního) a vertebrobazilárního (zadního) povodí. Z těchto tepen (a. cerebri anterior, a. cerebri media a a. cerebri posterior) vzniká Willisův okruh, z něhož odstupují hlavní, párové tepny, jež pokrývají mozkový povrch a slouží k zásobování korové a podkorové oblasti (Seidl, 2023).

- **Ischemická cévní mozková příhoda** je způsobena trombotickou nebo embolickou příhodou, která způsobuje snížení průtoku krve mozkem. Při trombotické příhodě je průtok krve do mozku blokován v cévě v důsledku aterosklerotického onemocnění, arteriální disekce, fibromuskulární dysplazie nebo zánětlivého stavu. Při embolické příhodě blokuje průtok krve postiženou cévou vmetek (embolus) z jiné části těla, nejčastěji je zdrojem sraženiny chlopeč nebo komory srdce (Feske, 2021). U ischemické CMP rozdělujeme rizikové faktory na neovlivnitelné a ovlivnitelné. K neovlivnitelným patří vlivy genetické, věk a pohlaví osoby. Mezi ovlivnitelné faktory se řadí diabetes mellitus, onemocnění srdce a aorty, životospráva a nedostatek pohybu (Seidl, 2023)
- **Tranzitorní ischemická ataka (TIA)** je CMP definována jako fokální neurologický deficit s náhlým nástupem. TIA je definována jako význačný signál možné budoucí mozkové mrtvice (Seidl, 2008). 30–50 % osob s klinicky definovanými TIA má známky mozkové ischemie nebo infarktu. Jedná se o přechavé parézy, které samy odezní v rámci několika desítek minut až hodin (Stephen et al., 2020). Mezi klinické projevy se řadí parestezie (mravenčení), vizuální abnormality nebo koordinační poruchy. Může také dojít k výskytu expresivní nebo percepční afázie, která následně zmizí. Tyto příhody se mohou v průběhu dne několikrát opakovat (Pfeiffer, 2006).
- **Hemoragická cévní mozková příhoda** je způsobena krvácením do mozku prasknutím mozkové cévy a tvoří asi 20 % všech cévních mozkových příhod (Pfeiffer, 2006). Hemoragickou mrtvici lze rozdělit na intracerebrální krvácení (ICH) a subarachnoidální krvácení (SAH). Hemoragická CMP je spojena se závažnou morbiditou a vysokou

mortalitou. Progrese mozkové hemoragie je spojená s horšími výsledky (Ajaya et al, 2023).

## 2.1 Poškození mozkových tepen

Cévní zásobení mozku můžeme rozdělit na dvě hlavní oblasti: karotické (přední) a vertebrobazilární (zadní) povodí, které tvoří Willisův okruh. Z tohoto okruhu vycházejí velké, párové tepny, které pokračují po povrchu mozku a poskytují krevní zásobu korovým a podkorovým oblastem (a. cerebri anterior, a. cerebri media, a. cerebri posterior) Klinické následky cévní mozkové příhody se nejlépe klasifikují podle postižených oblastí mozku (Seidl, 2023).

- **Postižení a. cerebri anterior (ACA):** infarkty postihující ACA nejsou časté a představují značně malý podíl z celkového počtu ischemických infarktů. U postižení ACA se objeví motorické deficity zahrnující primárně dolní končetinu kontralaterálně k místu infarktu. Mezi další motorické poruchy patří hypometrie, bradykineze, globální akineze a ztráta reciproční koordinace (Seidl, 2023).
- **Postižení a. cerebri posterior (PCA)** se vyskytuje poměrně zřídka, stejně jako příhoda ACA. Typickým znakem syndromu PCA je homonymní hemianopsie, která postihuje polovinu zorného pole na opačné straně s ohledem na postiženou hemisféru. Zároveň je narušena schopnost udržet fixovaný pohled a vzniká narušení orientace v prostoru spojené se zrakovým vnímáním (Seidl, 2023).
- **Postižení a. cerebri media (MCA)** je nejčastější tepnou zapojenou do akutní CMP. Její uzávěr způsobuje tzv. Wernickeovo-Mannovo držení, tzn. flekční kontrakturu lokte a ruky s addukcí ramenního kloubu. Syndrom MCA se projevuje kontralaterální ztrátou citlivosti nohou, horních končetin a spodní části obličeje z důsledku poškození primárního somatosenzorického kortexu (Navarro, 2023).

## 2.2 Poruchy funkcí ruky po CMP

Mezi běžné projevy motorického postižení horních končetin patří svalová slabost nebo kontraktura, změny svalového tonu a zhoršená motorická kontrola (Bleyenheuft & Gordon, 2014). Nejčastějším motorickým postižením horní končetiny po mrtvici je **paréza**, projevující se sníženou schopností dobrovolně aktivovat motorické jednotky (Sathian et al., 2011). Špatná



nebo chybějící volní kontrola motorických jednotek znamená, že svaly nelze aktivovat včas, koordinovaně ani dostatečnou silou (Lang et al., 2004). Poruchy, které typicky tvoří paretický syndrom, jsou slabost, spasticita, snížená schopnost frakcionace pohybu (Saithan et al., 2011).

Pohyby paretickou rukou často vyžadují opakované pokusy, aby dosáhly koordinační pohybu. Například když se osoba pokusí uchopit klíč paretickou rukou, může se ipsilezionální, neparetická ruka také natáhnout v zápěstí a ohnout v prstech, nebo může dokonce natáhnout koleno, říká se tomu také ztráta frakcionovaného pohybu. Odráží to aktivaci hemisféry na opačné straně léze, když se slabší končetina pokouší provést pohyb (Sathian et al. 2011).

**Abnormální svalový tonus** je podstatou projevené parézy. Dělí se na hypotonus a hypertonus.

- **Hypotonus** je snížený svalový tonus, který vzniká ze sníženého nebo chybějícího nervového impulsu ke svalu (Fredericks, 1996). Často se vyskytuje po mrtvici v důsledku poškození kortikospinálních neuronů a projevuje se jako snížená odolnost vůči pasivnímu pohybu a snížená nebo chybějící reflexní reakce na natažení (Krakauer & Carmichael, 2022).
- **Hypertonus**, také označován jako spasticita nebo hyperreflexie, je zvýšený svalový tonus vyplývající ze ztráty inhibice míchy v důsledku poškození kortikospinálního traktu. Klinicky se spasticita projevuje nadměrným odporem při pasivním pohybu (spasticita= odpor závislý na rychlosti) a zvýšenou reakcí na natahovací reflex (Hreib, 2005). V tomto případě může být končetina hůře pohyblivá a rozsah pohybu může být omezen. Typicky se po mrtvici nejprve objeví hypotonie a během prvních týdnů a měsíců se pak rozvíjí spasticita (Lang et al. 2004).

**Poruchy senzomotorických funkcí ruky** „*mají negativní dopad na interakci jedince se zevním prostředím, na provádění běžných denních a pracovních činností a na kvalitu života jako takovou.*“ (Macháčková et al., 2007). Problémy senzorického zpracování se projeví v řízení motoriky, např. neschopností identifikovat a řídit přichozí senzorické informace jdoucí z periferie, neschopností interpretovat a modulovat senzorický vstup a reagovat na požadované změny v provedení úkolu v daném prostředí apod. (Macháčková, et al., 2021).

**Poruchy somatosenzorické funkce ruky po CMP** mohou postihnout všechny hlavní funkce horní končetiny (úchop, manipulace, sebeobsluha, zaměstnání, komunikace a společenská integrace) (Véle, 2006). Ačkoliv ztráta somatosenzorických funkcí není tak patrné jako motorický deficit, nachází se u nadpoloviční většiny pacientů po CMP.

(Macháčková et al., 2021). Vztah mezi senzoryckými a motorickými funkcemi byly zkoumány dlouhá léta, ale v poslední době se výzkumy zaměřují primárně na vztah těchto funkcí v oblasti vykonávání praktických činností každodenního života (Carr a Shepherd, 2010). Například při naplnění sklenice vodou je potřeba hmatového cití a vnímání, které poskytují informace o struktuře a hmotnosti sklenice, což je nezbytné pro adekvátní nastavení síly úchopu (Sommerfeld et al., 2004), zatímco propiocepce zajišťuje správné udržování vzájemné polohy rukou při plnění sklenice vzhledem k zvyšování její hmotnosti (Broeks et al., 1999). Proto je somatosenzorická informace klíčová pro motorickou kontrolu a učení se motorickým dovednostem (Conforto et al., 2010).

Existuje široká škála způsobů, jak člověk používá své ruce k vytváření a provádění kreativních aktivit. V případě poškození mozku dochází ke ztrátě těchto jemných manipulačních funkcí, což omezuje člověka řídit své končetiny podle své vůle. Ztráta somatosenzorických funkcí je přítomna u více než 60 % pacientů a může ovlivňovat rehabilitační proces a prognózu obnovy motorických funkcí (Macháčková et al., 2021). Je zřejmé, že senzorycká aferentace tvoří nedílnou součást rehabilitace pro udržení kortikální reprezentace a tím i funkce horní končetiny po CMP (Schabrun & Hiller, 2009).

### 3 VYŠETŘENÍ SENZOMOTORICKÝCH FUNKCÍ

Vyšetření senzomotorických funkcí je bazálním aspektem ergoterapeutické intervence, neboť poskytuje důležité informace o klientových schopnostech a potřebách. Na tyto informace pak navazuje určení krátkodobého a dlouhodobého plánu ergoterapeutické intervence. Ergoterapeuti využívají kombinaci standardizovaných testů a klinických pozorování k posouzení senzomotorických schopností, jako je propiocepce, hmat, jemná motorika a koordinace pohybů.

Rozsáhlé hodnocení senzomotorických funkcí umožňuje ergoterapeutům identifikovat jakékoliv obtíže, které pacient má, a navrhnout individuální terapeutické strategie ke zlepšení jeho motorických funkcí (Krivošíková, 2011; Vlčková 2014).

#### 3.1 Testy hodnotící senzorické čítí

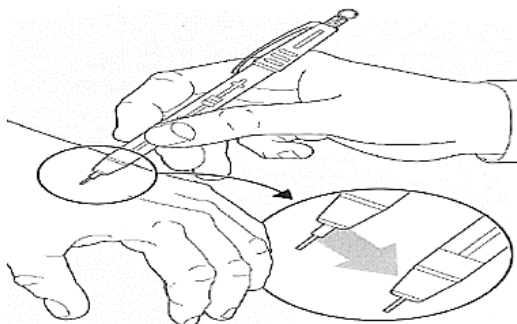
Vyšetření senzorického čítí vyžaduje posouzení řady různých procesů, včetně hmatové detekce, ostrosti bolesti, propiocepce, vibrací, teplotní citlivosti a stereognózie (Hammond et.al., 2011). Somatosenzorické deficity jsou považovány za negativní dopad na funkční hodnotu po cévní mozkové příhodě (Colleen et.al., 2021). Je to neviditelné a často špatně charakterizované postižení, které může mít významný dopad na to, jak integrujeme s naším fyzickým prostředím a jak se účastníme každodenních aktivit (Carey et al. 2016). Adekvátní čítí je také uváděno jako předpoklad pro plné motorické zotavení paretické horní končetiny (Zandvliet et al., 2020).

Rozlišování toho, kde jsou naše končetiny ve vzájemném prostoru prostřednictvím našich propioceptivních smyslů, je nezbytné pro provádění koordinovaného a cíleně zaměřeného pohybu (Proske et al., 2012). Schopnost používat náš hmat k rozlišení textur nám může pomoci rozpoznat předměty a informovat naše rozhodnutí o tom, jak s nimi bezpečně zacházet, což je často prezentováno jako důležitý cíl terapie u pacientů se somatosenzorickou ztrátou (Pumpa et al., 2015).

- **The Rivermead Assessment of somatosensory Performance (RASP)** – *Rivermeadské hodnocení somatosenzorických funkcí* je standardizovaná testová baterie, která byla vyvinuta primárně pro terapeutů a lékaře jako krátké, kvantifikovatelné a spolehlivé hodnocení somatosenzorických funkcí po neurologických poruchách, jako je například CMP (Vyskotová & Macháčková, 2013; Russo et.al., 2021). Test zahrnuje sedm subtestů: Subtest 1 (ostré/tupé rozlišování), Subtest 2 (dotek povrchového tlaku), Subtest 3 (lokalizace povrhu), Subtest 4 (smyslová extinkce), Subtest 5 (dvoubodová

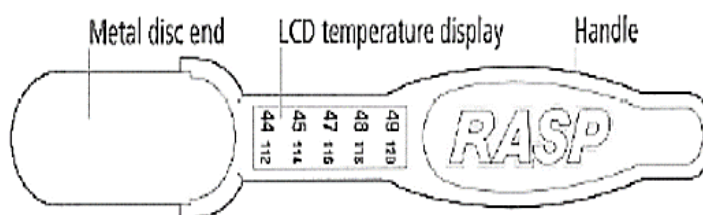
diskriminace), Subtest 6 (termické čítí), Subtest 7 (kinestézie a statestézie) (Vyskotová & Macháčková, 2013; Russo et.al., 2021). RASP vytvořil tři standardizované nástroje pro provedení testů, které umožní spolehlivé měření somatosenzorických funkcí.

- **Neurometr** má tvar pera a umožňuje dvě úrovně tlaku na cílovou oblast (tj. 15,5 nebo 67,5g). Na jeho vrchní části je sterilní špendlík nazývaný Neurotip, který je na jednom konci ostrý a na druhém tupý. Neurotipy rozlišují tupé a ostré podněty, povrchový tlakový dotek a povrchovou lokalizaci (Russo et al., 2021).



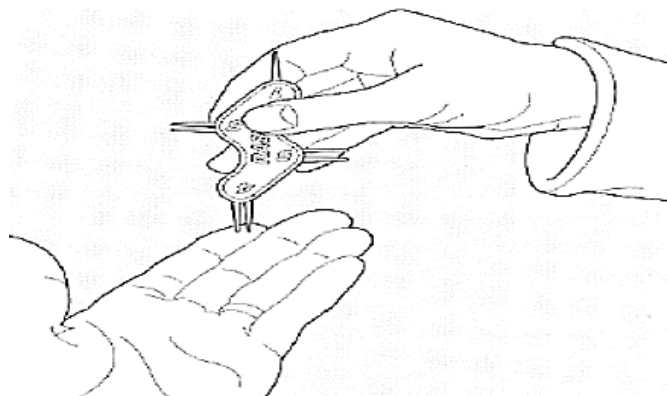
Obr. 1. Neurometr (převzato z: Winward & Halligan & Wade, 2012).

- **Neurotempy** (neboli teplotní duo zařízení) v modré a červené barvě jsou vybavená displejem z tekutých krystalů (LCD). Červený Neurotemp se používá k dodání teplé stimulace, přibližně 44–49 °C, vyvolané ponořením nástroje do vařící vody na dobu přibližně 30 sekund. Modrý Neurotemp po ponoření do ledové vody na také 30 sekund poskytuje studenou stimulaci, měl by mít okolo 6-10 °C (Russo et al., 2021).



Obr.2. Neurotemp (převzato z: Winward & Halligan & Wade, 2012).

- **Neurodiskriminator** se používá pro dvoubodovou diskriminaci se třemi vzdálenostmi: 3, 4 a 5 mm (Russo et al., 2021)



Obr.3 Neurodiskriminator (převzato z: Winward & Halligan & Wade, 2012).

- **Semmes – Weinstein monofilament Test (SWM)** autorů Josephine Semmes a Sidney Weinstaina je standardizovaný semikvantitativní test určený k měření dotekového tlaku pomocí aplikovaného stimulu na kůži (Weinstein, 1993). Používají se plastová vlákna (monofilamenta) se standardizovanými průměry. Tato monofilamenta při aplikaci na kůži vyvíjejí stejnou sílu i v případě nepozornosti terapeuta (Lawson, 2018). Původní verze testu zahrnuje sadu dvaceti monofilament. Nyní však existuje nová sada minikit, která plní požadavky pro komplexní hodnocení citlivosti kůže a zároveň snižuje dobu potřebnou k provedení testu (Vyskotová & Macháčková, 2013). Každé monofilamentum je označeno číslem, které představuje danou sílu, a poté jsou seskupena do barevně odlišených kategorií (Weinstein, 1993). Byla vyvinuta vylepšená verze se zaoblenou špičkou, tvořící konzistentnější plochu kontaktu monofilamenta s povrchem kůže pro menší pravděpodobnost skluzu (Weinstein Enhanced Sensory Test – WEST). Je dostupný jako sada pěti barevně rozlišných monofilament, které jsou připevněné k rukojeti a představují pět úrovní sensorických prahů (Schulz et al., 1998).
- **Fabric Matching Test (FMT)** testuje schopnost taktilního rozlišování textur. Testování se provádí bez zrakové kontroly (za závěsem). Test obsahuje 10 látek seřazených od nejjemnější po nejdrsnější, které jsou uloženy na dvou kruhových podkladech. Jeden kruh slouží k testování a druhý ke srovnávání. Účastník má za úkol svým preferovaným prstem nahmatat typy textury a rozhodnout, zda jsou na dotek stejné, nebo odlišné. Parétická ruka se testuje jako první, poté až ruka zdravá (Turville et al., 2018).

- **Tactile Discrimination Test (TDT)** je kvantitativní standardizované měření schopnosti rozlišovat texturované povrchy. Testuje hmatovou diskriminaci pomocí umělohmotné mřížky, která je koncipována jako sestava šesti sad obsahujících tři vedle sebe umístěné obdélníky. V každé sadě jsou dva obdélníky identické a zbylý je odlišný (Carey, 1997). Testování probíhá bez zrakové kontroly. Subjekt svým preferovaným prstem zkoumá povrchy umístěné v mřížce. Pokud má osoba omezený pohyb, může být vedena terapeutem standardizovaným postupem. Subjekt má za úkol určit, který povrch z těch tří je odlišný (Vyskotová & Macháčková, 2013).
- **Shape/Texture Identification Test (STI)** test identifikace tvaru a textur se používá k hodnocení interpretace sensorického vjemu (Vyskotová & Macháčková, 2013). STI je čistě sensorický test schopnosti rozlišit tvar, formu a texturu potřebnou k identifikaci objektů. Tato schopnost se nazývá taktilní gnózie – stereognózie (Linertz et al., 2018). STI je baterie testů navržená primárně pro osoby s periferní parézou, ačkoli studie z roku 2016 vykazuje, že tento test se osvědčil jako spolehlivý nástroj hodnocení u osob po CMP (Ekstrand et al., 2016). STI obsahuje tvary a povrchy s postupně se zvyšující obtížností. Byly speciálně navrženy tak, aby byly všeobecně známy, neboť identifikování objektu může být subjektivní záležitost (kostka, válec a šestiúhelník) (Vyskotová & Macháčková, 2013).

### 3.2 Testy hodnotící motorické funkce

Hodnocení motorických funkcí je nezbytné pro pochopení mechanismů motorického řízení a učení, které jsou klíčovými prvky rehabilitace po CMP. Deficity motorických funkcí způsobené CMP ovlivňují mobilitu pacientů, jejich aktivitu v každodenních činnostech, zapojení do společnosti a návrat k profesnímu životu.

- **Fugl-Meyer Assessment (FMA)** hodnotí motorické funkce (Fugl et al., 1975). Testují se horní (FMA-UE) a dolní končetiny (FMA-LE) pomocí sledování motorického výkonu a každá položka se hodnotí pomocí 3bodové škály (0 = nelze provést, 1 = pouze částečně, 2 = plně funkční). Každá položka se skládá z pohybů odražejících motorickou funkci u hemiparézy po mrtvici, od proximálních po distální klouby (Schuster et al., 2010). Hodnocení horních končetin (FMA-UE) zahrnuje čtyři motorické subškály:
  - A. Horní končetina (0-36 bodů),
  - B. Zápěstí (0-10 bodů),

- C. Ruka (0–14 bodů),
- D. Koordinace/rychlost (0–6 bodů).

Maximální skóre, které lze dosáhnout, je 66 bodů. (Fugl et al., 1975).

- **Purdue Pegboard Test (PPT)** posuzuje obratnost prstů a hodnotí jak hrubou, tak i jemnou motoriku horní končetiny. Purdue Pegboard se skládá z obdélníkové desky se dvěma rovnoběžnými řadami s otvory, které jsou od sebe vzdáleny 1 cm (Lawson, 2019). Testování spočívá v měření čtyř subtestů, které vyžadují určitý typ manipulačních činností (Vyskotová & Macháčková, 2013). Na horní části podél desky se nachází čtyři žlaby pro svorky, podložky a kroužky a kroužky, které se umísťují do otvorů. Nejprve začíná dominantní ruka a umísťují se kolíky shora dolů. Poté se testuje nedominantní ruka. (Lawson, 2019). Pro získání skóre se sčítá počet umístěných svorek v jednotlivých subtestech (Vyskotová & Macháčková, 2013)
- **Functional Dexterity Test (FDT)** – test funkční zručnosti. FDT je standardizovaný test, který spojuje dynamickou a precizní manipulaci prstů a ruky s ohledem na čas a přesnost provedení, včetně tréninku tridigitálního úchopu (Vyskotová & Macháčková, 2013). Testuje se na čtvercové desce se 16 otvory a 16 kolíky. Testující pomocí stopek měří čas, který subjekt potřebuje k co nejrychlejšímu převrácení všech kolíčků na desce, vždy jednou rukou. (Francesco, 2013; Vyskotová & Macháčková, 2013).
- **Nine-Hole Peg Test (NHPT)** je tzv. devíti kolíkový test, a je jedním z nejčastěji používaných standardizovaných testů hodnotící zručnost u neurologických pacientů. Vybavení NHPT se skládá z testovací desky s devíti malými kolíky a devíti otvory. Výkon testu vyžaduje, aby kolíky byly jednoručně zvedány jeden po druhém a umístěny do otvorů, dokud není všech devět dírek zaplněných, načež se kolíky vracejí zpět. Testování začíná dominantní rukou, poté nedominantní (Vyskotová & Macháčková, 2013; Johansson et al., 2019).

## 4 SENZOMOTORICKÁ STIMULACE

Senzomotorická stimulace je jedním z léčebných přístupů, které vycházejí z neurofyziologických principů. Tyto metody se opírají o schopnost nervového systému adaptovat se a měnit, což se označuje termínem *neuroplasticita*. I při různých poruchách nervového systému zůstávají zachovány určité funkční rezervy, což umožňuje senzorycky stimulovat narušené pohybové vzorce a obnovovat jejich funkci (Doyle et al., 2010).

Senzomotorická stimulace využívá kombinaci sensorických vstupů a motorických aktivit k usnadnění očekávané fyziologické motorické reakce a podpoře rozvoje motorických dovedností. Senzomotorická stimulace je navržena tak, aby vyvolala adaptivní odezvu, která je definována jako chování organizovanějšího nebo produktivnějšího charakteru, než jaké nastávalo před stimulací. Cílem senzomotorické stimulace je iniciovat požadovaný pohyb, usnadnit slabý pohyb a potlačit nežádoucí pohyb pro účelné a koordinované motorické chování (Ayres, 1980).

Pacienti, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu, mají obvykle motorické a smyslové poruchy, kognitivní a percepční deficity a emoční poruchy (Diego et al., 2013). Neurovědecké důkazy podporují předpoklad, že sensorické receptory v prstech generují akční potenciály, které komunikují s více neuronovými sítěmi a specifickými neurony v mozkové kůře, které korespondují s rukou a obličejem. Existují silné důkazy, že rozvoj senzomotorických dovedností v rukou vede k podstatným změnám (rozšíření) v odpovídajících oblastech kůry (Burton et al., 2004). Studie ukazují, že existuje důležitý vztah mezi sensorickými a motorickými funkcemi, které ovlivňují obnovu pohybu po mrtvici (Doyle et al., 2010).

Při provádění každodenních aktivit, jako je například naplnění sklenice vodou, nabrání potravy na lžici nebo skákání přes švihadlo, neustále spoléháme na proces senzomotorické integrace pro úspěšné provedení úkolu (Kleeren et al., 2024). Senzomotorická integrace je popsána jako schopnost integrovat sensorické informace z různých modalit, zatímco je současně transformujeme do motorických akcí (Edwards et al., 2019).



## 4.1 Vliv senzomotorické stimulace na funkci hemiparetické ruky

Senzomotorická stimulace má velký vliv na senzorickou funkci ruky. „*Manipulační funkci nelze oddělit od funkce hmatové (toto propojení znázorňuje pojem „senzomotorika“*“ (Vyskotová, 2021, p. 21). Cílené zapojení hemiparetické ruky do ADL umožňuje pacientovi získat a zlepšit senzomotorický zážitek. Systematický ergoterapeutický program senzorické stimulace umožní zlepšené uvědomování hemiparetické ruky a může nastartovat její funkční obnovu (Macháčková et al., 2021). „*Obnova schopnosti lokalizovat dotyk a dvoubodové diskriminace je prediktorem začínajícího zlepšování motoriky ruky*“ (Macháčková et al., 2021, p.169).

„*Používání horní končetiny u pacientů s hemiparézou se zahajuje v prvních dnech po prodělané CMP, předpokládá se, že to, co se děje v raných stádiích, má značný dopad na dlouhodobý potenciál pacienta.*“ (Macháčková et al., 2021, p.167). Při tréninku je nutno správně nastavit hemiparetickou ruku do funkční aktivity, kdy terapeut poskytuje specifický handling. Facilitovat lze verbálně, manuálně i prostředím. Je-li to nutno, používáme ortézy a ruku ukládáme do funkčního postavení. Dbáme přitom i na postavení proximálních segmentů horní končetiny, pletence ramenního a trupu. Volíme formy úkolově orientovaného tréninku s využitím opory, klouzavostí podložky, stupňování náročnosti a vizuální zpětné vazby (Macháčková et al., 2021).

Podpora hmatových vjemů je obvyklou součástí typických postupů ergoterapeutů v klinické praxi. Příkladem může být použití terapeutických fazolí (TheraBeans), nebo využití ručních prací (například drhání, ve kterém se k terapii využívají struktury použitého materiálu jako jsou nitě, vlna, různě silné provazy, které stimulují hmatovou funkci (Klusoňová & Špičková, 1986). Podobně lze postupovat například při nácviku přípravy jídla (podle zájmu pacienta využíváme například hnětení těsta nebo simulovaně modelovací hmoty, tvarování knedlíčků z těsta nebo hmoty atd.).

V tréninku senzomotorických funkcí může ergoterapeut využívat různé předměty, které musí mít specifické vlastnosti pro efektivní stimulaci požadované modality. U hemiparetické ruky se v praxi často využívá terapeutická hmota, která má své využití hlavně v prvních dnech postižení. Díky různým druhům tvrdosti mohou terapeuti individuálně vybrat typ hmoty, která pomůže se současným zapojením více svalových skupin. Může se využít prvně měkká hmota, kterou pacient může po stole pouze válet a procvičovat pohyby do stran a postupně se přechází k tvrdším variantám, čímž dosáhneme požadované gradace zátěže. Ergoterapeuti rovněž využívají různé druhy materiálů, které stimulují hmatové receptory a podporují vnímání

různých textur a povrchů. Kombinace použití tvrdých i jemných materiálů poskytne komplexní terapeutickou stimulaci, která podporuje rozvoj senzomotorických funkcí. Pro trénink koordinace pohybů a rozvoj prostorového vnímání se využívají např. různé stavební kostky, se kterými mohou terapeuti dostat ruce pacienta do různých požadovaných pozic.

V ergoterapii existuje mnoho možností stimulace, proto výběr konkrétních předmětů závisí na kreativitě terapeuta a potřebách pacienta. Pacienti nemusí vždy přijmout navrhované aktivity, mohou je považovat za dětinské nebo nevyhovující. Pokud se terapeut zaměří na zájmy pacienta, docílí vysoké motivace a efektivní rehabilitace ruky. U pacienta, který se zajímá o vaření, může terapeut využít stimulaci pomocí mouky a vody, nebo hrášku a fazolí, které podpoří nejen rozvoj stereognózie ale i posílení svalů ruky a zápěstí.

Eun – Ji Go et al. (2016) zkoumali vliv senzomotorické stimulace na motorické funkce ruky u hemiparetických pacientů. Výzkumu se zúčastnili tři pacienti, dvě ženy a jeden muž. Výzkum trval 8 týdnů, 12 terapií po dobu 30 minut. Každá terapie byla rozdělena do dvou fází, fáze pasivní mobilizace ruky a fáze senzomotorické stimulace. Během prvních 10 minut byla ruka pacientů připravena specifickými pohyby ke snížení svalového tonu, pasivní mobilizace metakarpofalangeálních (MCP) kloubů, thenaru, hypothenaru a interosseálních svalů. Poté byl po dobu 20 minut prováděn pasivní senzomotorický trénink zahrnující vibrace a propiocepci. Vibrace byly poskytnuty pomocí vibračního zubního kartáčku pro stimulaci svalů ruky. Pro propioceptivní trénink bylo zápěstí pacienta umístováno do specifických úhlů pohybu ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$  a  $60^\circ$  flexe a  $30^\circ$  a  $60^\circ$  extenze), načež byli pacienti vyzváni, aby uvedli polohu zápěstí. Poté byl prst na postižené ruce přesunut do pozic, které pacient musel aktivně (bez zrakové kontroly) napodobit na ruce nepostižené. K hodnocení funkce ruky byl použit Box and Block test. Eun – Ji Go et al. (2016) naznačuje, že intenzivní senzomotorický stimulační program může být účinným terapeutickým přístupem pro zlepšení funkce postižené končetiny u pacientů s chronickou hemiparézou. Dokázali, že somatosenzorická stimulace ruky okamžitě zlepšila funkci ruky, což se projevilo zvýšením skóre v Box and Block testu.

## **4.2 Senzomotorický trénink a neurální reorganizace po mrtvici**

Borstad et al. (2013) zahájili výzkum senzomotorického tréninkového programu horních končetin po mrtvici, jehož účelem je zkoumání neurální reorganizace. Na výzkumu se podíleli 2 účastníci (muž a žena), přičemž muž trpěl poruchou senzoriky a omezeným pohybem na své levé horní končetině, zatímco žena měla stejné potíže, ale na pravé horní končetině. Účastníci trénovali 4 hodiny denně, 5 dní po dobu 2 týdnů. Tréninkové úkoly vyžadovaly senzomotorické

rozlišování teploty, hmotnosti, textur a tvarů. Terapeutické úkoly byly navrženy tak, aby vyžadovaly senzorní zpracování a zahrnovaly manipulaci s předměty. Podle Borstad et al (2013) může být senzorní trénink účinnou metodou pro zlepšení senzorních a motorických funkcí po mrtvici. I přesto, že u některých účastníků nedošlo ke změnám ve smyslových funkcích, senzorní trénink vedl k neurální reorganizaci, a tedy k zlepšení vnímání dotyku, propiocepci a haptického výkonu.

### 4.3 Úkolově orientovaný přístup

Mathiowetz a Bass-Haugen v roce 1994 popsali úkolově orientovaný ergoterapeutický přístup u osob po CMP. V roce 2016 Mathiowetz vydal nejnovější poznatky o tomto přístupu, který se odráží od systémového modelu motorického chování. Model znázorňuje interakci mezi osobou (faktory osoby, dovednosti a vzorce výkonu) a jejím prostředím (kontext a požadavky na činnost). Úkoly pracovního výkonu (tj. ADL, IADL, práce, vzdělávání, hra nebo volný čas, odpočinek a spánek) a plnění rolí (sociální participace) vznikají na základě vzájemného působení systémů osoby a prostředí. Konkrétní složky (subsystémy), které ovlivňují pracovní výkony, jsou složky kognitivní (orientace, pozornost, paměť, schopnost řešit problémy, sekvence, schopnost učení), a psychosociální (zájmy, dovednosti, sebepojetí, interpersonální dovednosti, sebevyjadřování, hospodaření s časem, regulace emocí a schopnosti sebeovládání). Tyto složky ovlivňují výkonnostní úkoly, sílu, vytrvalost, rozsah pohybu a smyslové funkce.

Terapeut provádí hodnocení pomocí přístupu shoda dolů, které se zpočátku zaměřuje na plnění rolí a úkolů profesního výkonu, protože jsou cílem motorického chování. Důkladné pochopení rolí, které pacient chce, potřebuje nebo má vykonávat, a úkolů potřebných k plnění těchto rolí umožňuje terapeutům plánovat smysluplné a motivující léčebné programy.

Řada studií prokázala, že kinematika pohybu se liší, když namísto cvičení v paměti provádí skutečný úkol (Wu Cy et al., 2000). Metaanalytický přehled poskytl důkazy, že zapojení do účelné činnosti vede k lepší kvalitě pohybu než soustředění na pohyb jako takový. Nelson et al. (1996) prokázali, že po cévní mozkové příhodě měly osoby, které prováděly do zaměstnání zakomponované cvičení, významně větší aktivní rozsah pohybu v supinaci než osoby, které prováděly cvičení z paměti.

#### **4.4 Vliv somatosenzorické stimulace na funkci ruky**

Detekce, diskriminace a rozpoznávání tělesných vjemů jsou všechno důležité aspekty somatosenzorické funkce, která řídí naše interakce s prostředím kolem nás (Carey et al., 2016). Somatosenzorika je životně důležitá pro cílenou činnost i pro vnímání. Navíc pomáhá při obratném pohybu rukou (Dijkerman & De Haan, 2007). Smyslové postižení může prodloužit pobyt v nemocničním zařízení a ztížit člověku běžné používání horní končetiny. Somatosenzorická stimulace byla prezentována jako potenciální terapeutická strategie pro zlepšení schopnosti vykonávání manuálních činností, a tak i posílení tréninkových účinků motorických funkcí po mrtvici (Hattem et al., 2016).

Mohamed et al. (2022) zkoumali účinek somatosenzorické stimulace na funkci ruky u pacientů s hemiparézou. V rámci studie se 30 pacientů zúčastnilo hodnocení síly úchopu, obratnosti ruky a funkčních aktivit, přičemž byli rozděleni do dvou skupin. (A:15 pacientů absolvovalo standardní terapii, a navíc somatosenzorický trénink, B:15 pacientů absolvovalo pouze standardní terapii). Standardní terapie u obou skupin obsahovala posilovací a protahovací cvičení na extenzory ruky, úchopy, zapínání a rozepínání knoflíků, česání vlasů, přelévání vody ze džbánu do sklenice, zvedání předmětů na stole, konzumace jídla lžící, zavazování tkaniček a otvírání dveří klíčem. Pro somatosenzorickou stimulaci byly využity nástroje typu vibrační přístroj, měkký kartáč a brusný papír. Tato studie byla aplikována hodinu třikrát týdně po dobu čtyř týdnů. Nástroje použité pro hodnocení výzkumu byl dynamometr pro hodnocení síly stisku ruky, Box and Block Test pro hodnocení obratnosti ruky a Jebsen – Taylor test pro hodnocení funkčních činností ruky. Léčba somatosenzorickou stimulací vedla k významnému zlepšení síly úchopu ruky a zručnosti. Autoři zdůraznili důležitost zahrnutí smyslového tréninku do rehabilitačního procesu horní končetiny po CMP.

#### **4.5 Obnova somatosenzorických a motorických funkcí u hemiparézy**

Macháčková et al. (2016) zkoumali obnovu somatosenzorických a motorických funkcí paretické horní končetiny. Cílem bylo zhodnotit účinnost nového terapeutického přístupu kombinujícího standardní terapii a somatosenzorickou stimulaci. Výzkumný soubor tvořilo 30 pacientů, z nichž 19 jedinců mělo levostrannou hemiparézu a 11 pravostrannou hemiparézu. Pacienti byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Kontrolní skupina absolvovala standardní terapii, experimentální skupina měla standardní terapii se somatosenzorickou stimulací. Standardní terapie byla prováděna formou neurorehabilitační praxe (PNF, myofasciální techniky, úkolově zaměřená terapie a kondiční trénink). Somatosenzorická stimulace

byla zaměřená na kombinaci tzv. periferních přístupů a principů motorického učení, které zahrnují manuální metody měkkých tkání a facilitaci proprioreceptorů a exteroceptorů.

Pro posouzení somatosenzorické funkce byla použita baterie (RASP) a Fabric Matching Test. K posouzení motorických funkcí použili Nine Hole Peg Test (NHPT) a Test manipulačních funkcí (TMF). Macháčková et al. (2016) dokazují, že terapie zaměřená na somatosenzorický deficit vedla k výraznému zlepšení hmatového diskriminace. Autoři doporučují, aby se u pacientů po CMP používaly dostatečně citlivé testy, které by lépe odhalovaly objektivní skutečnost.

## DISKUZE

Tato práce byla zaměřena na problematiku senzomotorické aktivace ruky u pacientů po CMP a zkoumat jejich využití v rámci ergoterapie. Výzkumů, které by jednoznačně prokázaly, která metodika rehabilitace hemiparetické ruky se pro pacienty po CMP osvědčila jako nejúčinnější, není mnoho. Byly zařazeny ty studie, které poukazovaly na některé stimulační metody somatosenzorických funkcí po CMP, ale neposkytly doporučený přístup v této oblasti.

Z mé dosavadní zkušenosti a odborné souvislé praxe, kterou jsem získala po dobu studia, jsem dospěla ke zkušenosti, jakými postupy lze zvýšit účinnost rehabilitace u pacientů, která by vedla k jejich co největší možné soběstačnosti. Kladu důraz na rychlou, avšak účinnou stimulaci, aby pacienti mohli v co nejkratším čase a v co největším možném maximu využít potenciál jejich postižené ruky. V potaz je třeba brát tyto faktory:

- věk pacienta
- míra postižení pacienta
- zaměstnání pacienta
- osobní zájmy a preference pacienta
- životní priority pacienta

Cíl neklade terapeut, nýbrž pacient, který sám musí určit priority, aby i terapeut, věděl, jakou metodu rehabilitace lze vhodně použít. Základ ergoterapie spočívá v co nejefektivnějším návratu pacienta do jeho osobního i pracovního života, a to tím, že budu vést stimulovanou rehabilitaci tak, aby pacientův mozek dostával známé podněty, které považuje za důležité.

Jelikož bylo prokázáno, že somatosenzorický systém ovlivňuje motorickou funkci, je vhodné začít se stimulací postižené ruky – např. stimulaci na podporu čítí, propriocepce, jemné motoriky, sílu stisku, a to z toho důvodu, abychom pacientovi dokázali navrátit dostatečnou míru citlivosti pro to, aby dokázal a byl schopný manipulovat s předměty. Vzhledem k tomu, že mozek nejvíce reaguje na podněty a pohyby, které zná a je na ně zvyklý, je vhodné terapii přizpůsobit individuálním potřebám pacientů. Například pokud máme pacienta, který je vášnivý zahradník a je sklíčený, že mu omezená hybnost ruky a neobratnost s porušeným čítím neumožňuje vykonávat zahradnickou činnost, navrhneme mu stimulaci na základě jemu dobře známých podnětů (hrabání či prohrabávání hemiparetickou rukou v hlíně, přesypávání hlíny z jednoho kbelíku do druhého, pletí plevele v rámci tzv. zahradní terapie. Pokud by se jednalo o automechanika či povolání vyžadující jemnou

motoriku, která je po CMP často porušená, navrhne stimulaci na základě přebírání drobných předmětů (matiček, hřebíčků, či jiných drobných součástek).

Limitem terapie může být čas a prostředí, protože dané rehabilitační zařízení může mít jiné podmínky pro ergoterapii (velké rehabilitační ústavy, nemocnice, ambulantní zařízení, léčebny dlouhodobě nemocných, rezidenční zařízení), mít stanoven jiný rozsah pro provedení rehabilitace a tím pádem se může rehabilitační proces prodloužit. Dalším limitem je míra a rozsah postižení či vjem těla na postižení. Každý pacient je jedinečný a vyžaduje vždy individuální přístup.

## ZÁVĚR

Z bakalářské práce lze konstatovat, že ruka není pouhým nástrojem pro fyzickou manipulaci, ale zastává roli základního prostředku interakce pacienta s jeho okolím.

V bakalářské práci jsem prozkoumala význam senzomotorické stimulace u pacientů po cévní mozkové příhodě. I přesto, že toto téma nemá dostatek studií v oblasti využití senzomotorické stimulace ruky, některé již provedené analýzy prokázaly, že senzomotorická stimulace má klíčový vliv na rehabilitaci a obnovu funkce ruky u pacientů postihnutých cévní mozkovou příhodou.

Jak již bylo zmíněno, i přes nedostatek dat jsem zjistila jsem, že senzomotorická stimulace není pouze prostředkem k fyzické manipulaci, ale také má zásadní vliv na celkové uzdravení a kvalitu života pacienta. Terapeutické přístupy, které zahrnují aktivní zapojení ruky do funkčních aktivit, jsou zvláště účinné při zlepšování pohybové kontroly. Skutečnost, že zotavení ruky je obtížné, pomalé a plné překážek, však neznamená, že je to nemožné.

Je zásadní si uvědomit, že každý pacient po cévní mozkové příhodě je jedinečný a vyžaduje individuální přístup. Senzomotorická stimulace by měla být součástí komplexního rehabilitačního plánu, který bere v úvahu specifické potřeby každého jednotlivce. Pacient musí být vysoce motivován k práci na obnovení funkce ruky. Mám na mysli skutečnou motivaci, kterou tvoří především ochota věnovat rehabilitaci čas a energii, ale také přijetí svých současných omezení, schopnost radovat se z malých výsledků, a především důvěra v terapeuta. Ačkoliv je tento aspekt velmi obtížné vědecky či statisticky kvantifikovat, hraje ale mého názoru velkou roli v úspěchu rehabilitace obecně a v rekonvalescenci ruky zvláště.

Věřím, že má práce poskytuje ucelený pohled na využití senzomotorické stimulace ruky u pacientů po mrtvici a přispěje k lepšímu porozumění této problematice. Může sloužit jako podklad pro další výzkum a klinickou praxi v oblasti neurorehabilitace s cílem optimalizovat léčbu a dosáhnout co nejlepších výsledků pro pacienty.



## Referenční seznam

- Al-Chalabi, M., Reddy, V., & Gupta, S. (2023). Neuroanatomy, Spinothalamic Tract. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. PMID: 29939601.
- Bastos Conforto, A., Nocelo Ferreiro, K., Tomasi, C., dos Santos, R. L., Loureiro Moreira, V., Nagahashi Marie, S. K., Baltieri, S. C., Scaff, M., & Cohen, L. G. (2010). Effects of Somatosensory Stimulation on Motor Function After Subacute Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(3), 263-272. <https://doi.org/10.1177/1545968309349946>
- Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity., 67(2), 206-207.
- Bourane, S., Grossmann, K. S., Britz, O., et al. (2015). Identification of a spinal circuit for light touch and fine motor control. *Cell*, 160(3). <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.01.011>
- Broeks, J. G., Lankhorst, G. J., Rumping, K., & Prevo, A. J. H. (2009). The long-term outcome of arm function after stroke: Results of a follow-up study. *Disability and Rehabilitation*, 21(8), 357-364. <https://doi.org/10.1080/096382899297459>
- Carey, L. M., Lamp, G., & Turville, M. (2016). The State-of-the-Science on Somatosensory Function and Its Impact on Daily Life in Adults and Older Adults, and Following Stroke. OTJR: Occupation, Participation and Health, 36(2\_suppl), 27S-41S. <https://doi.org/10.1177/1539449216643941>
- Cavalcante, M. L. C., Rodrigues, C. J., & Mattar, R. (2004). Mechanoreceptors and nerve endings of the triangular fibrocartilage in the human wrist. *The Journal of Hand Surgery*, 29(3), 432-435. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2004.01.001>
- Clark, N. C., Røijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*, 20(3), 378-387. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.009>
- Davies, P., Petit, J., & Scott, J. J. A. (1995). The dynamic response of Golgi tendon organs to tetanic contraction of in-series motor units. *Brain Research*, 690(1), 82-91. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(95\)00592-E](https://doi.org/10.1016/0006-8993(95)00592-E)

Doyle, S., Bennett, S., Fasoli, S. E., & McKenna, K. T. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006331.pub2>

Edwards, L. L., King, E. M., Buetefisch, C. M., & Borich, M. R. (2019). Putting the “Sensory” Into Sensorimotor Control: The Role of Sensorimotor Integration in Goal-Directed Hand Movements After Stroke. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *13*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00016>

FasterCapital. (2024),. [Online]. Dostupné z: <https://doi.org/https://fastercapital.com/content/Gamma-motor-neurons--The-Hidden-Players-in-Muscle-Control.html>.

Feske, S. K. (2021). Ischemic Stroke. *The American Journal of Medicine*, *134*(12), 1457-1464. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2021.07.027>

Fleming, M. S., & Luo, W. (2013). The anatomy, function, and development of mammalian A $\beta$  low-threshold mechanoreceptors. *Frontiers in Biology*, *8*(4), 408-420. <https://doi.org/10.1007/s11515-013-1271-1>

Fleming, M. S., Li, J. J., Ramos, D., Li, T., Talmage, D. A., Abe, S. – I., Arber, S., & Luo, W. (2016). A RET-ER81-NRG1 Signaling Pathway Drives the Development of Pacinian Corpuscles., *36*(40),. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2160-16.2016>

Fredericks, C. M. & Saladin, L. K. (1996). Pathophysiology of the motor systems: Principles and clinical presentations. FA Davis, 346-372.

Fugl-Meyer, A. R., Jaasko, L., Leyman, I., Olsson, S., & Steglind, S. (1975). The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, *7*(1), 13–31.

Hammond, F., & Grafton, L. (2011). Sensorimotor Assessment. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*, 2257-2258. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3\\_692257–2258](https://doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3_692257–2258)

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, *5*(1), 80-90. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>

Hong, J. H., Son, S. M., Byun, W. M., Jang, H. W., Ahn, S. H., & Jang, S. H. (2009). Aberrant pyramidal tract in medial lemniscus of brainstem in the human brain. *NeuroReport*, 20(7), 695-697. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32832a5c86>

Jami, L. (1992). Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiological Reviews*, 72(3), 623-666. <https://doi.org/10.1152/physrev.1992.72.3.623>

Jang, S. (2014). Kortikospinální trakt z hlediska rehabilitace mozku: funkční vlastnosti a centrální působení. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46 (3), 193-199. <https://doi.org/10.2340/16501977-1782>

Javed, K., Reddy, V., & Lui, F. (2023). Neuroanatomy, Lateral Corticospinal Tract. *Treasure Island (FL)*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534818/>

Johansson, GM, & Häger, CK (2019). Upravený standardizovaný devítiděrový kolíkový test pro platné a spolehlivé kinematické posouzení obratnosti po úderu. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 16 (1). <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0479-y>

Kleeren, L., Mailleux, L., McLean, B., Elliott, C., Dequeker, G., Van Campenhout, A., de Xivry, J. -J. O., Verheyden, G., Ortibus, E., Klingels, K., & Feys, H. (2024). Does somatosensory discrimination therapy alter sensorimotor upper limb function differently compared to motor therapy in children and adolescents with unilateral cerebral palsy: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-024-07967-4>.

Klusoňová, E. & Špičková, J. (1986). *Ergoterapie I*. Martin: Osveta.

Krivošíková, M. (2011) *úvod do ergoterapie*. Praha: Grada.

Lang, C. E., & Schieber, M. H. (2004). Reduced Muscle Selectivity During Individuated Finger Movements in Humans After Damage to the Motor Cortex or Corticospinal Tract. *Journal of Neurophysiology*, 91(4), 1722-1733. <https://doi.org/10.1152/jn.00805.2003>

Lang, C. E., Bland, M. D., Bailey, R. R., Schaefer, S. Y., & Birkenmeier, R. L. (2013). Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: foundations for

clinical decision making. *Journal of Hand Therapy*, 26(2), 104–115.  
<https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.06.005>

Lawson, I. (2018). Monofilaments. *Occupational Medicine*, 68(8), 559–561.  
<https://doi.org/10.1093/occmed/kqy116>

Lawson, I. (2019) Purdue Pegboard Test, *Occupational Medicine*, Volume 69, Issue 5, JPAGES 376–377, <https://doi.org/10.1093/occmed/kqz044>.

Macháčková, K, Konečný, P., & Vyskotová, J. (2021). Terapie hemiparetické ruky. In: Vyskotová J., Krejčí, I., Macháčková, K. a kol. spoluautorů. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Macháčková, K. Vyskotová, J. Opavský, J. Sochorová, H. (2007). Diagnostika poruch senzomotorických funkcí ruky pacientů po ischemické cévní mozkové příhodě (Případové studie). *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 14(3), 114-121.

Meier, J. D., Aflalo, T. N., Kastner, S., & Graziano, M. S. (2008). Complex organization of human primary motor cortex: a high-resolution fMRI study. *Journal of neurophysiology*, 100(4), 1800–1812. <https://doi.org/10.1152/jn.90531.2008>

Murphy, S. J. X., Werring, D. J., Kastner, S., & Graziano, M. S. A. (2020). Stroke: causes and clinical features. *Medicine*, 48(9), 561-566. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.06.002>

Nakatani, M., Maksimovic, S., Baba, Y., & Lumpkin, E. A. (2015). Mechanotransduction in epidermal Merkel cells. *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology*, 467. <https://doi.org/10.1007/s00424-014-1569-0>

Navarro-Orozco, D., & Bollu, P. C. (2023). Neuroanatomy, Medial Lemniscus (Reils Band, Reils Ribbon). In: *StatPearls*. StatPearls Publishing.  
<https://europepmc.org/article/MED/30252296>

Pfeifer, J. (2007). *Neurologie v rehabilitaci*. Grada.

Pfeiffer, J. (2006). *Neurologie v rehabilitaci pro studium a praxi* (pp. 143-144). Grada.

- Prochazka, A., Werring, D. J., Kastner, S., & Graziano, M. S. A. (2021). Proprioception: clinical relevance and neurophysiology. *Current Opinion in Physiology*, 23(9), 561-566. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2021.05.003>
- Proske, U. (2023). A reassessment of the role of joint receptors in human position sense. *Experimental Brain Research*, 241(4), 943-949. <https://doi.org/10.1007/s00221-023-06582-0>
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651-1697. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
- Pumpa, L. U., Cahill, L. S., & Carey, L. M. (2015). Somatosensory assessment and treatment after stroke: An evidence-practice gap. *Australian Occupational Therapy Journal*, 62(2), 93-104. <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12170>
- Raju, H., & Tadi, P. (2024). Neuroanatomy, Somatosensory Cortex. In *StatPearl*. StatPearls Publishing. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32310375>.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79. PMID: 16558670; PMCID: PMC164311.
- Röiježon, U., Faleij, R., Karvelis, P., Georgoulas, G., & Nikolakopoulos, G. (2017). A new clinical test for sensorimotor function of the hand – development and preliminary validation: An evidence-practice gap. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 93-104. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1764-1>
- Rokyta, R. (2015). In *Fyziologie a patologická fyziologie pro klinickou praxi* (pp. 458–459). Praha: Grada.
- Russo, C., Spandri, V., Gallucci, M., Halligan, P., Bolognini, N., & Vallar, G. (2021). Rivermead assessment of somatosensory performance: Italian normative data. *Neurological Sciences*, 42(12), 5149-5156. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05210-5>

- Ryan, C. P., Bettelani, G. C., Ciotti, S., Parise, C., Moscatelli, A., & Bianchi, M. (2021). The interaction between motion and texture in the sense of touch: Italian normative data. *Journal of Neurophysiology*, *126*(4), 1375-1390. <https://doi.org/10.1152/jn.00583.2020>
- Sartorio, F., Bravini, E., Vercelli, S., Ferriero, G., Plebani, G., Foti, C., & Franchignoni, F. (2013). Funkční test obratnosti: Test-retest analýza spolehlivosti a aktuální referenční normy. *Journal of Hand Therapy*, *26* (1), 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.08.001>
- Sathian, K., Buxbaum, L. J., Cohen, L. G., Krakauer, J. W., Lang, C. E., Corbetta, M., & Fitzpatrick, S. M. (2011). Neurological principles and rehabilitation of action disorders: Italian normative data. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *25*(5\_suppl), 21S-32S. <https://doi.org/10.1177/1545968311410941>
- Seidl, Z. (2008). *Neurologie pro nelékařské zdravotnické obory* (p. 85). Praha: Grada.
- Seidl, Z. (2023). *Neurologie pro studium i praxi* (3. vydání, pp. 911-912) Praha: Grada.
- Schulz, L. A., Bohannon, R. W., Morgan, W. J., Krakauer, J. W., Lang, C. E., Corbetta, M., & Fitzpatrick, S. M. (1998). Normal digit tip values for the Weinstein Enhanced Sensory Test: Italian normative data. *Journal of Hand Therapy*, *11*(3), 200-205. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(98\)80038-0](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(98)80038-0)
- Schuster, C., Hahn, S., Ettlin, T., Krakauer, J. W., Lang, C. E., Corbetta, M., & Fitzpatrick, S. M. (2010). Objectively-assessed outcome measures: a translation and cross-cultural adaptation procedure applied to the Chedoke McMaster Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI). *BMC Medical Research Methodology*, *10*(1), 200-205. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-106>
- Sommerfeld, D. K., & von Arbin, M. H. (2004). The impact of somatosensory function on activity performance and length of hospital stay in geriatric patients with stroke. *Clinical Rehabilitation*, *18*(2), 149-155. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr710oa>
- Song, B. K., Chung, S. M., & Hwang, B. Y. (2013). The Effects of Somatosensory Training Focused on the Hand on Hand Function, Postural Control and ADL of Stroke Patients with Unilateral Spatial Neglect and Sensorimotor Deficits. *Journal of Physical Therapy Science*, *25*(3), 297-300. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.297>.

Steimann, L., Missala, I., van Kaick, S., Walston, J., Malzahn, U., Heuschmann, P. U., Steinhagen-Thiessen, E., & Dohle, C. (2012). Rivermead Assessment of Somatosensory Performance. *Der Nervenarzt*, 83(12), 1632-1637. <https://doi.org/10.1007/s00115-012-3614-6>

Švestková, O., Angerová, Y., Druga, R., Pfeifer, J., & Votava, J. (2017). *Rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada.

Trojan, S., Pfeifer, J., Votava, J., & Druga, R. (2005). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (p. 33). Praha: Grada.

Turville, M. L., Matyas, T. A., Blennerhassett, J. M., & Carey, L. M. (2019). Initial severity of somatosensory impairment influences response to upper limb sensory retraining post-stroke. *NeuroRehabilitation*, 43(4), 413-423. <https://doi.org/10.3233/NRE-182439>

Unnithan, A. K. A., Das, J. M., & Mehta, P. (2023). Hemorrhagic Stroke. *Treasure Island*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559173/>.

Vlčková, E., & Šrotová, I. (2014). Vyšetření senzitivity. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie - proLékaře.cz*. Získáno z [http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/vysetreni-senzitivity49295?confirm\\_rules=1](http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/vysetreni-senzitivity49295?confirm_rules=1).

Vyskotová, J. Funkce ruky. In: Vyskotová J., Krejčí, I., Macháčková, K. a kol. spoluautorů. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Weinstein, S. (1993). Fifty years of somatosensory research: from the Semmes-Weinstein monofilaments to the Weinstein Enhanced Sensory Test. *Journal of Hand Therapy*, 6(1), 11-22.

Welniarz, Q., Dusart, I., & Roze, E. (2017). The corticospinal tract: Evolution, development, and human disorders. *Developmental Neurobiology*, 77(7), 810-829. <https://doi.org/10.1002/dneu.22455>.

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. <https://doi.org/10.1191/0269215502cr522oa>.

Winward, C. E., Halligan, P. W., & Wade, D. T. (2012). RASP: Rivermead Assessment of Somatosensory Performance. Instruction manual.

Yip, D. W., & Lui, F. (2024). Physiology, Motor Cortical. *In StatPearls*. StatPearls Publishing. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31194345>.

Zandvliet, S. B., Kwakkel, G., Nijland, R. H. M., van Wegen, E. E. H., & Meskers, C. G. M. (2020). Is Recovery of Somatosensory Impairment Conditional for Upper-Limb Motor Recovery Early After Stroke? *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 34(5), 403-416. <https://doi.org/10.1177/1545968320907075>.

Zimmerman, A., Bai, L., Ginty, D. D., van Wegen, E. E. H., & Meskers, C. G. M. (2014). The gentle touch receptors of mammalian skin. *Science*, 346(6212), 950-954. <https://doi.org/10.1126/science.1254229>.

Krakauer, J. W., & Carmichael, S. T. (2022). Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press.

Véle, F. (2006). In Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy (Vyd. 2., (V Tritonu 1.).

Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2010). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance* (2nd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone. ISBN 978-0-7020-4468-7.

Vyskotová, J., & Macháčková, K. (2013). Jemná motorika. In . Grada.

Ayres, A. J., & Tickle, L. S. (1980). Hyper-responsivity to touch and vestibular stimuli as a predictor of positive response to sensory integration procedures by autistic children. *The American Journal of Occupational Therapy*, 34(6), 375-381.

Burton, H., Sinclair, R. J., & McLaren, D. G. (2004). Cortical activity to vibrotactile stimulation: An fMRI study in blind and sighted individuals. *Human Brain Mapping*, 23(4), 210-228. <https://doi.org/10.1002/hbm.20064>

Go, E. -J., & Lee, S. -H. (2016). Effect of sensorimotor stimulation on chronic stroke patients' upper extremity function: a preliminary study. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(12), 3350-3353. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.335>

Borstad, A. L., Bird, T., Choi, S., Goodman, L., Schmalbrock, P., & Nichols-Larsen, D. S. (2013). Sensorimotor training and neural reorganization after stroke: a case series. *Journal of*



neurologic physical therapy: JNPT, 37(1), 27–36.

<https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e318283de0d>

Wu, C., Trombly, C. A., Lin, K., & Tickle-Degnen, L. (2000). A kinematic study of contextual effects on reaching performance in persons with and without stroke: influences of object availability. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(1), 95–101. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(00\)90228-4](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(00)90228-4)

Nelson, D. L., Konosky, K., Fleharty, K., Webb, R., Newer, K., Hazboun, V. P., Fontane, C., & Licht, B. C. (1996). The effects of an occupationally embedded exercise on bilaterally assisted supination in persons with hemiplegia. *The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association*, 50(8), 639–646. <https://doi.org/10.5014/ajot.50.8.639>

Dijkerman, H. C., & de Haan, E. H. (2007). Somatosensory processes subserving perception and action. *The Behavioral and brain sciences*, 30(2), 189–239. <https://doi.org/10.1017/S0140525X07001392>

Hatem, S. M., Saussez, G., Della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 442. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442>

Almhdawi, K. A., Mathiowetz, V. G., White, M., & delMas, R. C. (2016). Efficacy of Occupational Therapy Task-oriented Approach in Upper Extremity Post-stroke Rehabilitation. *Occupational therapy international*, 23(4), 444–456. <https://doi.org/10.1002/oti.1447>

Mohamed, A. M., Salem, N. A., Massoud, M. K., & Elshreif, A. A. (2022). Effect of somatosensory stimulation on hand functions in post stroke hemiparetic patients. *International journal of health sciences*, 6698-6706. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.7602>

Macháčková, K., Vyskotová, J., & Opavský, J. (2016). Recovery of somatosensory and motor functions of the paretic upper limb in patients after stroke: Comparison of two therapeutic approaches. *Acta Gymnica*, 46(1), 37-43. <https://doi.org/10.5507/ag.2015.026>

Bleyenheuft, Y., & Gordon, A. M. (2014). Precision Grip in Congenital and Acquired Hemiparesis: Similarities in Impairments and Implications for Neurorehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00459>

Schabrun, S. M., & Hillier, S. (2009). Evidence for the retraining of sensation after stroke: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 23(1), 27-39. <https://doi.org/10.1177/0269215508098897>

## Seznam zkratek

CMP	Cévní mozková příhoda
CNS	Centrální nervový systém
S1	Primární somatosenzorický kortex
S2	Sekundární somatosenzorický kortex
STT	Spinothalamický trakt
M1	Primární motorický kortex
TIA	Tranzitorní ischemická ataka
SAH	Subarachnoidální krvácení
ICH	Intracerebrální krvácení
A.	Arteria
ACA	Arteria Cerebri Anterior
PCA	Posterior Cerebral Artery
MCA	Middle Cerebral Artery
RASP	Rivermead Assessment Of Somatosensory Performance
LCD	Liquid Crystal Display
SWM	Semmes Weinstein Monofilament
FMT	Fabric Matching Test
TDT	Tactile Discrimination Test
STI	Shape/Texture Integration
FMA	Fugl – Meyer Assessment
FMA UE	Fugl-Meyer Assesment horní končetiny
FMA LE	Fugl-Meyer Assesment dolní končetiny
PPT	Purdue Pegboard Test
FDT	Functional Dexterity Test
NHPT	Nine Hole Peg Test
MCP	Metakarpofalangeální kloub
ADL	Activites of Daily Living/ Všední denní činnosti
IADL	Instrumentální všední denní činnosti
TMF	Test Manipulačních Funkcí

## **Seznam obrázků**

- Obrázek 1            Neurometr (Winward, & Halligan, & Wade (2012)).
- Obrázek 2            Neurotemp (Winward, & Halligan, & Wade (2012)).
- Obrázek 3            Neurodiskriminator (Winward, & Halligan, & Wade (2012)).