

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Bc. Veronika Uhrová

**Účinek zrcadlové terapie na změnu EMG aktivity svalstva  
horní končetiny u pacientů s hemiparézou**

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D, MBA

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. MUDr. Petra Konečného, Ph.D, MBA a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc, 27. července 2023

.....

podpis

## **Poděkování**

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu práce doc. MUDr. Petru Konečnému, Ph.D, MBA za vedení této diplomové práce, za cenné rady a připomínky k jejímu obsahu i formálnímu zpracování. Dále bych ráda poděkovala Mgr. et Mgr. Petře Bastlové, Ph.D. za rady a vedení při tvorbě výzkumné části práce. Poděkování patří také Ing. Mgr. Lukáši Frýdovi, Ph.D. za pomoc při zpracování statistické části. Za ochotu a vstřícnost při samotném výzkumu bych ráda poděkovala pacientům a pracovníkům lůžkového rehabilitačního oddělení a kineziologické laboratoře FNOL.

# ANOTACE

**Typ závěrečné práce:** Diplomová

**Název práce:** Účinek zrcadlové terapie na změnu EMG aktivity svalstva horní končetiny u pacientů s hemiparézou

**Název práce v AJ:** The effect of mirror therapy on the change of EMG activity of upper limb muscles in patients with hemiparesis

**Datum zadání:** 2014-01-31

**Datum odevzdání:** 2023-07-27

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

**Autor práce:** Bc. Veronika Uhrová

**Vedoucí práce:** doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D

**Oponent práce:** Mgr. et Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.

## Abstrakt v ČJ:

**Úvod:** Zrcadlová terapie je jednou z novějších možností terapie u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě. K jejím výhodám patří její jednoduchost a finanční nenáročnost. Předmětem této práce je zhodnotit přínos této terapie u pacientů po prodělané CMP se zaměřením na horní končetinu.

**Cíl:** Zhodnocení okamžitého efektu zrcadlové terapie u pacientů s hemiparézou horní končetiny po prodělané cévní mozkové příhodě. Ověření výsledků terapie bylo provedeno pomocí povrchové elektromyografie při flekčně-extenčním pohybu zápěstí.

**Metodika:** Experimentální soubor probandů tvořilo 16 pacientů po CMP s parézou HK. Během jedné terapeutické jednotky byla měřena aktivita vybraných svalů předloktí na paretické končetině v několika situacích – klidová aktivita před terapií, volní aktivita před terapií, klidová aktivita během zrcadlové terapie, volní aktivita při provádění pohybu bimanuálně během zrcadlové terapie a volní aktivita po terapii.

**Výsledky:** Naměřené hodnoty svalové aktivity se v daných situacích v průběhu terapeutické jednotky liší. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl v hodnotách klidové aktivity před terapií a během zrcadlové terapie. Dále byl zjištěn statisticky významný rozdíl u svalu m. flexor carpi ulnaris před terapií a po terapii. V ostatních srovnávaných situacích byly výsledky statisticky nevýznamné.

**Závěr:** Během zrcadlové terapie se svalová aktivita paretické horní končetiny mění. Statisticky významné změny nastaly především při srovnání klidové aktivity před terapií a během terapie.

#### **Abstrakt v AJ:**

**Introduction:** Mirror therapy is one of the more recent treatment options for patients after a stroke. Its advantages include its simplicity and low cost. The aim of this study is to evaluate the benefits of this therapy in patients after a stroke, with a focus on the upper limb.

**Aim:** The aim was to evaluate the immediate effect of mirror therapy in patients with hemiparesis of the upper limb after a stroke. Verification of the results of the therapy was accomplished by the means of surface electromyography during flexion-extension wrist movement.

**Methods:** The experimental set of probands consisted of 16 patients after a stroke, all with upper-limb paresis. During one therapy session, the movements of selected forearm muscles in the paretic limb was measured in several situations: resting activity before therapy, free activity before therapy, resting activity during mirror therapy, free activity while performing bimanual movement during mirror therapy, and free activity after therapy.

**Conclusion:** During mirror therapy, the muscle activity of the paretic upper limb changes. Statistically significant changes occurred, especially when comparing resting activity before and during therapy.

**Klíčová slova v ČJ:** zrcadlová terapie, hemiparéza, cévní mozková příhoda, horní končetina, povrchová elektromyografie (SEMG)

**Klíčová slova v AJ:** mirror therapy, hemiparesis, stroke, upper limb, surface electromyography (SEMG)

**Rozsah:** 66 stran včetně 7 stran příloh

# OBSAH

ÚVOD.....	8
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1.1 Zrcadlová terapie .....	9
1.2 Zrcadlové neurony .....	11
1.3 Neuroplasticita .....	13
1.4 Cévní mozková příhoda .....	17
1.4.1 Epidemiologie.....	18
1.4.2 Cévní zásobení mozku.....	18
1.4.3 Rizikové faktory cévní mozkové příhody .....	20
1.4.4 Patogeneze cévní mozkové příhody .....	21
1.4.5 Klinický obraz cévní mozkové příhody.....	24
1.4.6 Rehabilitace u CMP.....	26
1.5 Povrchová elektromyografie .....	27
2 CÍLE A HYPOTÉZY .....	28
2.1 Cíl práce .....	28
2.2 Vědecké otázky a hypotézy .....	28
2.2.1 Vědecká otázka č. 1 .....	28
2.2.2 Vědecká otázka č. 2 .....	29
2.2.3 Vědecká otázka č. 3 .....	30
3 METODIKA.....	31
3.1 Charakteristika experimentální skupiny .....	31
3.2 Hodnotící metody .....	32
3.2.1 Povrchová elektromyografie.....	32
3.3 Průběh experimentu .....	32
3.4 Zpracování dat .....	33
3.5 Statistická analýza.....	34

4	VÝSLEDKY.....	35
4.1.1	Vědecká otázka č. 1 .....	35
4.1.2	Vědecká otázka č. 2 .....	39
4.1.3	Vědecká otázka č. 3 .....	42
5	DISKUZE.....	45
5.1	Diskuze k vědecké otázce č. 1 .....	45
5.2	Diskuze k vědecké otázce č. 2 .....	47
5.3	Diskuze k vědecké otázce č. 3 .....	48
5.4	Limity práce.....	49
	ZÁVĚR.....	51
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	52
	SEZNAM ZKRATEK .....	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	57
	SEZNAM TABULEK.....	58
	SEZNAM PŘÍLOH .....	59

## ÚVOD

Cévní mozkové příhody nejsou problémem pouze medicínským, ale také společenským a ekonomickým. Výrazně se podílejí na invalidizaci osob, na jejich léčbu putuje asi 5 % všech nákladů na zdravotní péči. Počet lidí po prodělané cévní mozkové příhodě je v ČR odhadován asi na 190 000. (Bruthans, 2010)

Z pohledu fyzioterapie se jedná o jedny z nejčastějších pacientů s neurologickou diagnózou, u kterých probíhá dlouhodobá rehabilitace. Proto se neustále objevují nové a vylepšují starší koncepty a způsoby rehabilitace účinné u těchto pacientů. Jednou z novějších možností terapie je i zrcadlová terapie, k jejímž výhodám patří její jednoduchost a finanční nenáročnost ve srovnání s mnoha drahými přístrojovými metodami. Předmětem této práce je zhodnotit přínos této terapie u pacientů po prodělané CMP se zaměřením na horní končetinu.

K vyhledání teoretických podkladů pro tuto práci bylo využito elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého v Olomouci a databáze Národní lékařské knihovny v Praze. Vyhledávání proběhlo od února 2014 do února 2023 v elektronických databázích ProQuest, EBSCO a Medline. Zadávané pojmy pro vyhledání odborných článků byly zrcadlová terapie, cévní mozková příhoda, hemiparéza, mirror therapy, mirror box, mirror, stroke, hemiplegia. Celkem bylo použito 33 zdrojů, z nichž bylo 19 v cizím jazyce a 14 v českém jazyce.



# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Zrcadlová terapie

Zrcadlovou terapii (MT) poprvé představil Ramachandran v roce 1996 jako terapii fantomových bolestí u pacientů po amputaci. Jeho metoda podnítila studie o neuroplasticitě periferní a centrální nervové soustavy. Od té doby byla zrcadlová terapie aplikována kromě léčby fantomových bolestí také při léčbě hemiparézy po cévní mozkové příhodě, úrazech periferních nervů a poruchách koordinace pohybu (Lee et al., 2012, s. 689—700).

Využití zrcadlové terapie u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě se začalo postupně zavádět až koncem 90. let minulého století. Zrcadlová terapie na rozdíl od většiny ostatních technik pracuje na základě vizuálních vjemů vedených do mozkové kůry. Zrcadlo je během terapie umístěno mezi oběma končetinami. Bezchybný obraz pohybu zdravé končetiny v zrcadle vytváří vizuální iluzi fyziologicky provedeného pohybu paretické končetiny. Thiem et al. v roce 2012 prokázali, že zrcadlová terapie po iktu vede ke zlepšování motorické funkce, využití končetiny v denních činnostech a snížení bolestivosti. Také byl prokázán pozitivní účinek na neglect syndrom. V jejich studii nebyl prokázán rozdílný vliv zrcadlové terapie u pacientů v akutním nebo chronickém stadiu po CMP. (Thieme et al., 2012, s. 315)

Představování si nebo pozorování pohybu by mohlo být využito při rehabilitaci motoriky po CMP vzhledem ke skutečnosti, že během představy či pozorování dochází k aktivaci stejných oblastí mozkové kůry, které se za normálních okolností podílejí na plánování a realizaci pohybu. (Bhasin, 2012, p. 571)

Zrcadlová terapie snižuje fantomové bolesti u pacientů po amputacích a u pacientů s hemiparézou zlepšuje pohyby horní končetiny. Účinnost této jedinečné terapie spočívá pravděpodobně ve vyvolání vizuální iluze způsobené zrcadlem. Pacient pomocí zrcadlové terapie podléhá iluzi, že se paretická končetina normálně pohybuje. Tento pohyb je vizuálně vnímán jako pohyb paretické nebo amputované končetiny, což může vyvolávat aktivaci zrcadlových neuronů. (Funase et al., 2007, p. 108)

Zrcadlová terapie stále přitahuje značnou pozornost v souvislosti s hemiparézou vznikající po CMP. Fungování lidského mozku, kdy pohyb pravé strany těla je řízen levou hemisférou, a princip fungování zrcadla, které odráží obraz poté, co změnilo jeho pravolevou orientaci, dohromady vytvářejí pojem „mirror therapy“. Tato terapeutická metoda umožňuje provádět „pohyb“ tou částí těla, kterou nelze vědomě kontrolovat a zároveň lidskému zraku

skrývá postiženou končetinu. Bylo zjištěno, že tato vizuální stimulace může podporovat obnovu motorické funkce postižené končetiny. Nervové mechanismy vedoucí k příznivému vlivu této metody jsou součástí složitého jevu, který je třeba dále zkoumat a pochopit. (Arya, 2016, p. 38)

U zdravých jedinců vyvolává MT výraznou aktivaci neuronů, které nelze aktivovat jiným způsobem. Kontralaterální hemisféra k pohybující se končetině je aktivována v oblasti primární motorické kůry. Zrcadlová terapie rovněž vyvolává svalovou aktivitu v nepohyblivé postižené končetině. (Arya, 2016, p. 38 – 39)

Finančně nenáročný způsob terapie, jakým je i MT, může způsobovat změny v uspořádání neuronové sítě, což vede k příznivému ovlivnění motorické funkce. Velkou výhodou zrcadlové terapie může být i fakt, že postižená končetina je během terapie v klidové poloze, kdy nedochází k fixaci patologických pohybových stereotypů, ale zároveň je facilitována neurální reorganizace. (Arya, 2016, p. 39)

Terapie s pomocí zrcadla je založena na předpokladu, že při pouhém pozorování pohybu dochází ke změnám v senzomotorické kůře mozku. Tento předpoklad byl ověřen v mnoha studiích s pomocí EEG nebo magnetické rezonance. (Touzalín-Chretien a Dufour, 2008, p. 19—23)

V posledních letech probíhají studie dokazující lepší efekt zrcadlové terapie při kombinaci s dalšími rehabilitačními metodami, například v kombinaci s elektromyografickým biofeedbackem, electro-mesh rukavicí, akupunkturou nebo EMG elektrickou stimulací. (Luo et al., 2020, s. 2)

V dnešním pojetí je zrcadlová terapie neinvazivní neurorehabilitační strategií, která je v klinické praxi využívána jako doplňková terapie u celého spektra především neurologických diagnóz. Literárně je metoda primárně zmiňována v souvislosti s léčbou pacientů s revmatoidní artritidou a fantomovými bolestmi po amputacích končetin. Dále lze metodu s výhodou využít v pohybové terapii pacientů s komplexním regionálním bolestivým syndromem, pohybovými následky po cévní mozkové příhodě či po poranění periferních nervů. (Jančíková, 2018)

Zrcadlovou terapii můžeme, na rozdíl od jiných terapeutických přístupů, které vyžadují určitou úroveň volního pohybu, využít i u pacientů s těžkou plegií horní končetiny, jelikož MT využívá spíše vizuální než somatosenzorické podněty. Je jednou z mála metod, kterou lze

u těchto pacientů využít (Lippertová, 2015). Bylo prokázáno, že MT má pozitivní účinky nejen na motorické poruchy, ale také na citlivost, neglect syndrom a bolesti provázející stav po prodělané cévní mozkové příhodě. (Gandhi, 2020)

Ačkoliv je v současné době dostupné množství studií hodnotících efekt zrcadlové terapie, neexistuje shodný postup v aplikaci terapie. Některé studie se při provádění terapie přiklánějí k aktivnímu pohybu pouze zdravé horní končetiny se sledováním jejího odrazu v zrcadle. Jiné studie naopak preferují bimanuální provedení terapie či asistenci terapeuta při prováděném pohybu postiženou končetinou za zrcadlem. Přitom nejsou k dispozici prameny hodnotící srovnání účinků jednotlivých terapeutických způsobů provedení. (Jančíková, 2018)

Thieme (2012, s. 321) ve své studii zjišťoval rozdíly efektu zrcadlové terapie při individuální a skupinové terapii. Lepších výsledků dosáhla skupina probandů při individuální terapii, kdy byl zaznamenán pozitivní vliv na neglect syndrom, také došlo ke zvýšení svalové síly, což autoři vysvětlují lepší koncentrací pacienta při individuální terapii.



**Obrázek 1: Zrcadlová terapie (Jančíková, 2018)**

## **1.2 Zrcadlové neurony**

Objevení zrcadlových neuronů (MN – mirror neurons) je jedním z nejzajímavějších objevů v oblasti neurověd v posledním desetiletí. U opic bylo prokázáno, že se zrcadlové neurony vyskytují v oblasti F3, která v lidském mozku odpovídá Brocově aree 44 v levé dolní části gyru premotorické kůry. Tato oblast je aktivována při pouhém pozorování pohybu u jiného jedince, shodně se aktivuje v případě provedení daného pohybu. Některé studie využívající magneto-encefalografii prokázaly, že v případě aktivace neuronů v Brocově aree

44 je následně aktivována primární motorická oblast v levé hemisféře, a to jak při pozorování pohybu u druhého jedince, tak v případě napodobení daného pohybu. Tyto výsledky naznačují, že se primární motorická oblast aktivuje společně s oblastí, ve které se nacházejí zrcadlové neurony. Některé studie využívající transkraniální magnetickou stimulaci uvádějí nárůst motorických evokovaných potenciálů během pouhého pozorování pohybu. Tyto studie jsou užitečné při hodnocení aktivace systému motorických neuronů.

Využitím zrcadlové terapie u pacientů po CMP dochází k normalizaci v oblasti léze v primární motorické kůře, a to zvýšením komunikace mezi hemisférami, normalizací elektrické aktivity, dále dochází k aktivaci specifických oblastí, jako je například precuneus a zadní část gyrus cinguli. (Arya, 2016, p. 39)

Primární motorická kůra ve frontálním laloku je jednou z nejdůležitějších oblastí mozku, která je zodpovědná za provádění pohybů kontralaterální poloviny těla. Zadní parietální kůra (plánování pohybu), premotorická kůra (pozorování pohybu) a suplementární motorická area (bimanuální koordinace) také koordinují a ovládají pohyb. Mozeček hraje klíčovou roli při kontrolování pohybu a motorickém učení. Většina nervových vláken sestupujících z těchto oblastí se kříží na úrovni mozkového kmene a prostřednictvím míchy pokračují na kontralaterální straně těla, zbylá vlákna sestupují míchou ipsilaterálně. Lidský mozek se vyznačuje komplexní neuronovou sítí, která zajišťuje komunikaci sensorických a motorických oblastí. (Arya, 2016, p. 39)

Podle Touzalin-Chretien a Dufoura (2008, s. 19) vede pozorování pohybu k aktivitě v některých kortikálních oblastech, jež jsou aktivovány při samotném provedení daného pohybu. Tento mechanismus se nazývá „mirror neuron system“ a naznačuje přímou souvislost mezi činností a percepcí. Bylo zjištěno, že pozorování pohybu z pozice první osoby vede k větší aktivaci v somatosenzorické kůře než z pohledu třetí osoby. K aktivaci v této oblasti dochází také v případě pozorování druhého jedince. (Touzalin-Chretien a Dufour, 2008, p. 19).

U lidí rozeznáváme parietofrontální a limbický systém zrcadlových neuronů. První systém umožňuje senzomotorickou integraci člověka, ze které se odvíjejí specifické rysy lidského chování. Tyto neuronové okruhy jsou součástí funkční jednotky motorického korového systému. Limbický systém zrcadlových neuronů je uložen v gyrus cinguli a v inzule. Tento systém neuronů je odpovědný za schopnost empatie. (Jančíková, 2018)

### 1.3 Neuroplasticita

V současné době je již prokázaná skutečnost, že poškozený mozek má schopnost reorganizace, a to strukturální i funkční, v reakci na senzorio-motorické podněty. Tato reorganizace, označovaná jako neuroplasticita, se objevuje na různé úrovni. Výzkumy využívající morfometrii přinesly důkazy o změně v množství šedé hmoty. Na základě průzkumů týkajících se neuroplasticity byly vyvinuty různé neinvazivní terapeutické postupy k navrácení motorické funkce. Techniky, jako je například zrcadlová terapie, představa pohybu, robotický trénink a virtuální trénink vznikly na základě těchto neurálních mechanismů. Kromě toho techniky stimulující mozek, jako je opakující se transkraniální magnetická stimulace a přímá transkraniální stimulace modulují kortikální excitaci podporující obnovu motorických funkcí. (Arya, 2016, p. 39)

Představitost a observace pohybu tvoří zdroj informací, které by mohly být užitečné při rehabilitaci po CMP. Na základě poznatků, že oblasti mozku, které se za fyziologických podmínek podílejí na pohybu, jsou aktivní již při samotné představě pohybu, lze předpokládat, že zrcadlová terapie může podporovat neuroplasticitu a urychlit zotavení pomocí cílených pohybů zdravé končetiny sledované v zrcadle. (Bhasin et al., 2012, s. 570 - 575)

Některé studie, využívající funkční magnetickou rezonanci, se zaměřily na určení oblastí mozku, které se zapojují při pozorování pohybu. Aktivita neuronů byla pozorována hlavně v parietálních oblastech, kde se mohou sbíhat vizuální a kinestetické informace. Jiné studie zdůrazňují neuronální aktivitu v kontralaterální primární somatosenzorické kůře v oblasti příslušející horní končetině při pouhé vizualizaci daného pohybu (Touzalin-Chretien a Dufour, 2008, p. 19).

Elektrofyzilogickými metodami byla zaznamenána přítomnost markeru pro motorickou přípravu ještě před pozorováním předvídaného pohybu – již předvídaní pohybu tedy aktivuje motorickou přípravu. Dále bylo zjištěno, že pozorování pohybu má souvislost s periferním motorickým systémem. Ze studií využívajících motorické evokované potenciály transkraniální magnetickou stimulací vyplývá, že dochází k významnému zvýšení aktivity svalů horní končetiny, zatímco proband pozoruje pohyby horní končetiny. Při pozorování pohybů z vlastní perspektivy je tato aktivita svalů horní končetiny facilitována ještě více, než při pozorování pohybu u další osoby. Tyto poznatky naznačují, že pozorování pohybu

generuje motorický program odpovídající konkrétnímu pohybu (Touzalin-Chretien a Dufour, 2008, s. 21—23).

Dle Touzalin-Chretien a Dufoura (2008, s. 19—20) pozorování pohybů horní končetiny v zrcadle vytváří dojem pohybů druhé, nepohybující se končetiny za zrcadlem, což může aktivovat oblasti motorického kortexu pohybující se i nepohybující se končetiny. Pozorování odrazu vlastní končetiny v zrcadle při pohybu je dostatečné pro generování kortikální motorické přípravy spojené s touto končetinou, i když pohyb provádí ve skutečnosti druhostranná končetina. Vizualní a motorický systém je u člověka úzce spjat. Pozorování předvídaného pohybu proto vede k motorické aktivaci. (Touzalin-Chretien a Dufour, 2008, s. 20)

Byly pozorovány také rozdíly mezi pozorovanými a prováděnými pohyby, což naznačuje interakce v rámci společné neuronové sítě, která kóduje jak pozorované, tak provedené pohyby. Těmito rozdíly jsou například snížená přesnost pohybu či zvýšené reakční časy na začátku pohybu (Touzalin-Chretien a Dufour, 2008, p. 22).

Bylo prokázáno, že využití motorické představy či pozorování je účinné u pacientů po CMP, kdy vizuální zpětná vazba ze zrcadla usnadňuje zotavení, a to pravděpodobně stimulací plasticity a opravných procesů poškozené tkáně. Od té doby probíhají cílené studie využívající pohyby paže nebo ruky ke stimulaci kortikální plasticity. (Bhasin, 2012, p. 571)

Studie o účincích této terapie na horních končetinách prokázaly zlepšení v oblasti rozsahu pohybů, zlepšení v rychlosti a přesnosti pohybů, zlepšení pevnosti stisku a zlepšení v motorické funkci horní končetiny u pacientů v chronickém stádiu po cévní mozkové příhodě. U zrcadlové terapie byl pozorován efekt ve zlepšení obnovy motoriky horní končetiny a zvýšení míry soběstačnosti také u pacientů v akutní fázi po CMP. I přesto je potřeba provést více studií, aby bylo možné optimálně zvolit terapii pro konkrétního pacienta, pro určení vhodných léčebných programů, jejich trvání a intenzity (Lee et al., 2012, s. 689—700).

Lee et al. (2012, s. 689—700) měli lepší výsledky při aplikaci mirror terapie u akutních pacientů po CMP ve srovnání s podobnými studiemi, což přisuzují tomu, že terapii vždy prováděli od proximálních kloubů k distálním, na rozdíl od jiných studií, které se zaměřovaly spíše na pohyby zápěstí a také tomu, že do studie zařadili pouze probandy nejdéle 6 měsíců po prodělané CMP, zatímco jiné studie 12 měsíců po CMP. Z tohoto usuzují, že mirror terapie je efektivnější u pacientů v akutním stádiu.

Avšak jiné studie prokazují efekt mirror terapie na rozsah pohybu, rychlost a přesnost pohybu a svalovou sílu na horních končetinách také u pacientů v chronické fázi po CMP.

Výsledky studií mohou být vysvětleny mechanismy, které spouští mozkovou aktivitu při mirror terapii. Pasivní pozorování a imitace aktivity skrze zrcadlo aktivuje motorické neurony v mozkové kůře a páteřní míše. Toho je docíleno díky tzv. mirror-neuron systému, který se skládá z tzv. mirror neuronů. Tyto zrcadlové neurony jsou formou vizuomotorických neuronů, které jsou aktivovány, když se mozek snaží sledovat, představit si nebo provést pohyb a také je známé, že se účastní procesu učení se novým motorickým dovednostem právě skrze pozorování.

Systém zrcadlových neuronů může aktivovat motorické procesy při pozorování pohybů reflektované končetiny a může vyvolat pohyby v končetině, která za zrcadlem není vidět. Navíc systém zrcadlových neuronů kontroluje pohyb při současném pohybu obou končetin, a tím přispívá ke zlepšení bimanuálního prostorového pohybu, při provádění úkolů pomocí obou končetin. Bilaterální pohyb při zrcadlové iluzi spouští neuronální aktivaci v mozkové oblasti, která kontroluje bdělost a prostorové povědomí.

Funase et al. (2007, s.108—112) tvrdí, že systém mirror neuronů je předpokládán u opic v oblasti premotorické kůry F3 vlevo. Tato oblast je aktivní při obojím; když opice pozoruje určitý pohyb, stejně jako když tento pohyb imituje. Tato oblast F3 koresponduje u člověka s Brodmannovou areou 44 vespod levého frontálního gyru, s Brokovou oblastí. Některé magnetoencefalografické studie ukazují, že primární motorická oblast v levé hemisféře je aktivována následně po aktivaci Brokovy oblasti (Brodmannova area 44) jak při pozorování pohybu, tak při samotném provádění pohybu. Tyto studie naznačují, že primární motorická oblast se aktivuje spolu s Brokovou oblastí jako tzv. mirror neuron systém (MN systém).

Evokované potenciály, vyvolané transkraniální magnetickou stimulací, zaznamenávají změny v excitabilitě primární motorické oblasti. Toho se využívá při hodnocení aktivity mirror neuron systému. Některé studie o transkraniální magnetické stimulaci uvádějí, že byl pozorován nárůst evokovaných potenciálů při pozorování pohybu.

Jak ukazuje většina studií, mirror terapie může snížit fantomové bolesti amputované horní končetiny a také zlepšit hybnost paretické končetiny u pacientů po CMP. Má se za to, že účinek této unikátní terapie je výsledkem jak iluze o pocitu pohybu, tak vizuální iluze způsobené zrcadlem. Pacienti vykonávají zrcadlově symetrické pohyby a sledují přitom

pohyb jejich zdravé končetiny ve vertikálně postaveném zrcadle. Tento pohyb je vnímán jako pohyb amputované, či paretické paže. I když je rozdíl mezi pozorováním vlastního pohybu při mirror terapii a pozorováním pohybu jiné osoby, při mirror terapii může být aktivován mirror neuron systém.

Některé studie naznačují, že kortikospinální dráždivost svalů ruky, jež je v klidu, je facilitována kontralaterální izometrickou kontrakcí stejných svalů, i více než o 50 % maximální volní kontrakce. Předchozí studie také poukazují, že amplituda evokovaných potenciálů vzrostla během sledování pohybu druhé osoby a to specificky ve svalech, které se tohoto pohybu účastní. Tyto studie připisují pozorovaný efekt právě mirror neuron systému. Ve studii Funasea et al. (2007, s. 108—112) bylo prokázáno, že evokované potenciály se zvýšily během pozorování pohybu a nezáleželo na tom, zda šlo o pozorování přímé, nebo pozorování v zrcadle (nepřímé). Někteří účastníci studie popisovali, že pociťovali neobvyklé pocity, jako pohyb jejich nehýbající se končetiny za zrcadlem, ale jejich evokované potenciály u ruky za zrcadlem se neměnily. Funase et al. (2007, s. 108—112) došli k závěru, že somatosenzorické aferentace, které se podílejí na kinestetických pocitech, nebyly lepší při mirror terapii, a že mirror terapie nezvětšuje potenciál dráždivosti primární motorické oblasti u zdravých lidí. Nicméně mirror neuron systém byl aktivován během pozorování vlastního pohybu v zrcadle i bez zrcadla, podobným způsobem, jako je aktivován při pozorování pohybu jiné osoby (Funase et al., 2007, s. 108—112).

Při terapii je nutná aktivní spolupráce pacientů. Ti se musí značně koncentrovat po celou dobu terapie a terapii mohou shledat nudnou. Díky nárokům na koncentraci pacientů je otevřenou otázkou, jak dlouho by měla ideálně terapie trvat. Nejčastěji jsou ve studiích uváděny časy od 10 do 30 minut, a to každý den.

Dostupné studie se zabývaly pouze krátkodobým pozorováním pacientů. Dlouhodobý efekt terapie není podložen, proto je potřeba do budoucna další, dlouhodobé studie (Lee et al., 2012, s. 689—700).



## 1.4 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda (CMP, iktus, mozková mrtvice) je klinický syndrom definován jako náhle vzniklá porucha mozku s rychle se rozvíjejícími klinickými příznaky ložiskové poruchy mozkové funkce, které trvají déle než 24 hodin, nebo vedou ke smrti bez zjevné příčiny jiného než cévního původu. Cévní mozková příhoda je druhou nejčastější příčinou úmrtí celosvětově, což se může v budoucnu ještě zvýšit v důsledku demografických změn v populaci. Vznik ischemické kaskády v okolí postižené oblasti v mozku vede k odumírání neuronů spolu s nevratnou ztrátou nervových funkcí (Margrett et al., 2019, s. 23 – 28). CMP postihuje centrální nervový systém a je nejčastějším akutním onemocněním v neurologii (Tichý a kol, 1998).

Cévní mozkové příhody jsou v České republice druhou nejčastější příčinou kardiovaskulárních úmrtí, v posledních letech představují 6 % ze všech úmrtí. Od začátku devadesátých let minulého století počet úmrtí na CMP klesá. Příčiny poklesu úmrtnosti nejsou jednoznačně vysvětleny, pravděpodobně souvisejí s lepší kontrolou hypertenze a poklesem koncentrace cholesterolu v populaci. CMP se významně podílí na nemocnosti, invaliditě a výrazných omezeních zdravotního stavu. (Bruthans, J., 2010)

Ischemické ikty představují 67 - 81 %, hemoragické 7-20 % ze všech CMP. Průměrný věk pacientů postižených cévní mozkovou příhodou je 70 let u mužů a 75 let u žen. Alarmující je, že přibližně 25 % příhod postihne jedince mladší 65 let a 5 % pacientů je mladších 45 let. (Kalvach, 2010)

Přibližně 80 % pacientů po CMP má parézu horní nebo dolní končetiny. Paréza omezující pohyb v ramenním kloubu je až v 50 % případů příčinou funkčního omezení pacienta po CMP. Šest měsíců po prodělané mozkové příhodě má jedna až dvě třetiny pacientů omezenou funkci horní končetiny, pouze 5 – 20 % pacientů dosáhne úplné obnovy funkce horní končetiny. Ukázalo se, že počáteční těžká paréza v oblasti horní končetiny je indikátorem špatného zotavení. Proto je v současné době diskutována řada léčebných strategií u těchto pacientů. Systematické studie prokázaly zlepšení funkce v oblasti pletence horní končetiny a ramenního kloubu po robotické terapii, elektrické stimulaci, elektromyografickém biofeedbacku, senzomotorické stimulaci a pohybové terapii v představě. Většina těchto technik vede ke zlepšení v oblasti ramenního kloubu, ale není prokázáno výraznější zlepšení funkce ruky v každodenních činnostech. (Thieme et al., 2012, s. 315)

Dlouhodobé studie naznačují, že přibližně v 50 % případů se u pacientů s těžkou parézou horní končetiny podaří obnovit její funkci během tří let od cévní mozkové příhody. (Bhasin, 2012, p. 570)

Motorická porucha horní končetiny významně ovlivňuje kvalitu života pacientů. Vlivem parézy dochází ke koaktivaci svalstva horní končetiny, což ovlivňuje hybnost v proximálních i distálních segmentech. Následkem motorické dysfunkce dochází k poruše funkčního úchopu a nemocný není schopen adekvátně vykonávat běžné denní činnosti, pracovní a volnočasové aktivity. (Pilsová et al., 2017, s. 196)

Při cévní mozkové příhodě dochází k přerušení přívodu krve do určité oblasti mozku, poškození neuronů v této oblasti s následným poškozením funkce odpovídající části těla a neschopností vykonávat volní pohyby na kontralaterální straně těla. Vzhledem ke složitosti neuronové sítě může i malá léze bránit funkci také v jiné oblasti, která nebyla lézí přímo postižena. Vzhledem k ipsilaterálnímu průběhu některých vláken může dojít k lehké poruše motoriky také na ipsilaterální straně těla. (Arya, 2016, p. 39)

#### **1.4.1 Epidemiologie**

CMP je ve vyspělých zemích třetí nejčastější příčinou úmrtí, následuje hned po onemocněních kardiovaskulárního systému a nádorech a v neurologii ji řadíme mezi vůbec nejčastější příčinu úmrtí a invalidizace nemocných. Je příčinou smrti u 10 % mužů a 15 % žen. Incidence se v České republice pohybuje kolem 400 případů na 100 tisíc obyvatel za rok, tedy přibližně 40 000 nových případů ročně. (Waberžinek, 2006).

#### **1.4.2 Cévní zásobení mozku**

##### **Tepenné zásobení**

Mozek zásobují čtyři velké tepny. Dvě aa. carotis communis – levá a pravá, které zásobují asi 80 % mozkové tkáně a dvě aa. vertebrales. V oblasti mozkové spodiny jsou tyto tepny propojeny do Willisova okruhu. (Kalvach, 2010)

Levá a. carotis communis odstupuje přímo z oblouku aorty, pravá a. carotis communis je větví truncus brachiocephalicus. Obě aa. carotis communis se ve výši C3 – C4 dělí na a. carotis interna a a. carotis externa. A. carotis interna vstupuje v úrovni báze lební do canalis caroticus, prostupuje kavernózním sinem a končí bifurkací v a. cerebri anterior a a. cerebri media. A. cerebri anterior zásobuje část čelního a temenního laloku. Zbylou část čelního a

temenního laloku a větší část laloku spánkového zásobuje a. cerebri media. Před bifurkací z a. carotis interna odstupuje a. communicans posterior. Pravá a levá a. communicans posterior se propojují s vertebrobazilárním řečištěm a vytvářejí dorzální část Willisova okruhu. Ventrální část Willisova okruhu je tvořena spojkou (a. communicans anterior) mezi aa. cerebri anteriores. (Kalvach, 2010)

Obě aa. vertebrales odstupují z aa. subclaviae, procházejí přes foramina transversaria krčních obratlů a do lebky vstupují přes foramen occipitale magnum. Poté se na dolním okraji Varolova mostu obě a. vertebralis spojují v nepárovou a. basilaris, která zásobuje prodlouženou míchu, Varolův most, část mezimozku a mozeček. A. basilaris se po průchodu Varolovým mostem rozděluje na dvě aa. cerebri posteriores. Aa. cerebri posteriores jsou konečné a nejsilnější větve a. basilaris, zásobují část mezimozku, týlní lalok a zadní a kaudální část spánkového laloku. Soutokem aa. cerebri posteriores a aa. communicantes posteriores se uzavírá dorzální část Willisova okruhu. (Ambler, 2011)

Každá oblast mozku je zásobována pomocí některé z tepen, každá tepna má tedy svou oblast mozku, kterou zásobuje. Mezi sousedními povodími a také mezi povrchovými a hlubokými tepennými systémy jsou přítomné spojky. Tyto spojky jsou však velmi proměnlivé a mají většinou z hlediska funkce malý význam. Funkčně významné jsou však spojky mezi a. carotis externa a a. carotis interna, které jsou důležité při některých patologických stavech. (Nevšimalová, 2002)

### **Žilní zásobení**

Krev z mozku je odváděna dvěma žilními systémy – povrchovým a hlubokým.

Povrchový žilní systém se skládá ze žil umístěných v sulcích hemisfér, které odvádějí krev z mozkové kůry. Z frontálního, parietálního a okcipitálního povrchu převážně do sinus sagitalis superior. Z mediálního povrchu do sinus sagitalis inferior a z povrchu temporálního laloku a jeho spodiny do sinusů báze lebeční.

Hluboký žilní systém sbírá krev z hloubi hemisfér a periventrikulárního mozkového parenchymu do vv. cerebri internaie a v. basalis Rosenthalii. Přes v. magna cerebri se hluboká žilní krev spojuje s přítokem sinus sagitalis inferior do sinus rectus. Dále se připojuje sinus sagitalis superior a krev se rozděluje do jednoho z kanálů v sinus transversus, cestou sinus sigmoideus pak opouští dutinu lebeční. (Kalvach, 2010)

Z mozkového kmene a mozečku odvádí krev infratentoriální systém a víceméně kopíruje systém arteriální. Krev je odváděna do žilních splavů a následně pak do v. jugularis interna (Ambler, 2011).

### **Fyziologie krevního zásobení mozku**

Mozek má vzhledem ke své extrémně vysoké biologické výkonnosti mimořádné nároky na oxidační a metabolickou dodávku. Na mozek připadají pouze asi 2 % z celkové tělesné hmotnosti, ale využívá přibližně 15 % minutového srdečního výdeje, u dětí připadá mozku skoro 40 % klidového srdečního výdeje. Mozek za klidových podmínek konzumuje 65 % celkové tělesné spotřeby glukózy. (Kalvach, 2010)

#### **1.4.3 Rizikové faktory cévní mozkové příhody**

Rizikové faktory cévní mozkové příhody dělíme na neovlivnitelné a ovlivnitelné.

Mezi neovlivnitelné rizikové faktory patří stoupající věk, pohlaví, genetická dispozice a rasa. S věkem roste četnost výskytu i mortalita CMP. Incidence CMP se od 55 let s každou dekádou zdvojnásobí. (Herzig, 2014). U pohlaví je rozdíl ve středním a časném starším věku, kdy je cévní mozková příhoda častější u mužů. Z genetických vlivů je podstatná dispozice k jednotlivým rizikovým faktorům (arteriální hypertenze, hyperlipidemie, diabetes mellitus), důležitý je však také vliv rodinného životního prostředí a stylu života. Výrazně zvýšená zátěž byla zjištěna v hispánské a černošské populaci proti bílé populaci. (Waberžinek, Krajíčková, 2006).

Rizikové faktory ovlivnitelné jsou takové, které je možné ovlivnit či potlačit. Řadíme mezi ně především poruchy krevního tlaku, onemocnění srdce, diabetes mellitus, obezitu, dyslipidémii, kouření.

Arteriální hypertenze je nejvýznamnější ovlivnitelný rizikový faktor ischemické CMP. Opakovaně bylo potvrzeno snížení prevalence CMP při léčbě arteriální hypertenze. (Kalvach, 2010)

Onemocnění srdce mohou zapříčinit CMP embolizací nebo hypoperfuzí mozkové tkáně. Nejčastěji se na vzniku cévní mozkové příhody podílejí fibrilace nebo flutter síní, infarkt myokardu v posledních 6 týdnech a onemocnění chlopní. (Herzig, 2014)

Obezita a s ní spojený nedostatek tělesného pohybu a zdravého životního stylu patří k nejlépe ovlivnitelným rizikovým faktorům. Dle Kalvacha přináší vzestup BMI o 1 jednotku

zvýšení relativního rizika CMP o 4 – 6 %. V přehledu obezity Evropských států byla Česká republika na přelomu 21. století na 4. Místě. Obezita přináší kromě rizik pro vznik iktu také četná rizika pro přežití po jeho vzniku. Komplikuje kvalitní ošetření a polohování pacienta, znesnadňuje hygienu. (Kalvach, 2010)

Diabetes mellitus, především diabetes 2. typu, je často doprovázený obezitou, poruchami metabolismu lipidů, arteriální hypertenzí. Lidé s DM mají také predispozici aterosklerózy. (Waberžinek, Krajíčková, 2006)

Dyslipidémie patří mezi základní a nezpochybnitelné rizikové faktory aterosklerózy a kardiovaskulárních onemocnění. Nejvýznamnějším rizikovým faktorem je zvýšení LDL cholesterolu, který je vždy součástí aterosklerotického ložiska, platí, že není aterosklerózy bez cholesterolu. Dalšími rizikovými faktory jsou snížená koncentrace HDL cholesterolu a zvýšená koncentrace triglyceridů. (Kalvach, 2010)

Kouření je zatěžující především v mladších věkových kategoriích, kde ostatní rizikové faktory ještě nemají tak velkou roli. U žen je kouření zatěžující asi o 20 % více. (Kalvach, 2010)

#### **1.4.4 Patogeneze cévní mozkové příhody**

Příčinou cévních mozkových příhod je častěji ischemie, neboli porucha prokrvení celého mozku nebo jeho části. Méně častou příčinou CMP je hemoragie, při které dochází ke krvácení do mozkové tkáně (intracerebrální krvácení) nebo do subarachnoideálního prostoru (subarachnoideální krvácení). Vzácně může být postižen i žilní systém.

#### **Patogeneze mozkové ischemie**

Příčinou cévních mozkových příhod ischemického typu je snížení perfúze v části nebo v celém mozku. Ischemické cévní mozkové příhody čítají asi 80 % případů. Mohou vznikat z příčiny lokální v důsledku ložiskové hypoxie, nebo z příčiny celkové, tedy jako důsledek difuzního hypoxického postižení mozku. (Nevšimalová, 2002)

#### ***Ložiskové (lokální) příčiny dělíme na vaskulární, kardiální a hematologické.***

Vaskulární příčiny jsou zapříčiněné poškozením stěny cév a následně stenózou až úplným uzávěrem cévy. Důvodem vzniku ischemické cévní mozkové příhody může být ateroskleróza, hyalinóza, fibromuskulární dysplazie, diabetická mikroangiopatie, zánětlivá onemocnění, vrozené malformace cév atd. (Kalvach, 2010)

Kardiální příčiny nastávají v důsledku srdečních onemocnění. Srdečním onemocněním, které způsobuje lokální postižení mozku, je například embolizace vznikající při infarktu myokardu, fibrilaci síní, onemocnění srdečních chlopní revmatického i nereumatického původu nebo při kardiomyopatii.

Hematologické příčiny CMP způsobují různé hyperkoagulační stavy. (Nevšímalová, 2002)

### ***Celkové příčiny dělíme na hypoxickou hypoxii, stagnační hypoxii, anemickou hypoxii.***

Hypoxická hypoxie vzniká při snížení dodávky kyslíku do mozku z důvodu nedostatečného okysličení krve v plicích. Příčinou je nejčastěji obstrukce dýchacích cest. Další příčinou celkové hypoxie může být ale také nedostatek kyslíku ve vzduchu (vysoká nadmořská výška apod.).

Stagnační hypoxie je následkem celkového selhání cirkulace (vážná srdeční onemocnění, těžká arteriální hypotenze). Při stagnační hypoxii dochází k difuznímu hypoxickému poškození mozkové tkáně.

Anemická hypoxie je důsledkem sníženého množství dodávky kyslíku z důvodu nedostatku krevních transportních mechanismů.

Hypoxii z reologických příčin se rozvíjí při zvýšené viskozitě krve. Následkem je snížení dodávky kyslíku mozku. Zvýšená viskozita také přispívá ke vzniku trombózy. (Tichý, 1998).

### **Projevy mozkové ischemie**

Fyziologická hodnota perfúze mozku je okolo 50 – 60 ml na 100 g mozkové tkáně za minutu. Při poklesu perfúze je tento pokles nejprve kompenzován pomocí vazodilatace arteriol a zvýšením extrakce kyslíku z krve. Jestliže krevní průtok neklesne pod hodnotu 20 ml, není neurální funkce nijak významně ovlivněna. (Kalvach, 2010)

Pokud hodnota mozkové cirkulace klesne pod hodnotu 20 ml, kompenzační mechanismy již nedostačují a nejsou tak pokryté energetické potřeby neuronů. Vzniká porucha funkce neuronů a objevují se klinické příznaky ischemické léze. Hypoxická tkáň mozku se nalézá v tzv. ischemickém polostínu, postiženou část nazýváme zona penumbra. Tento stav je stále ještě možné zvrátit. Pokud se krevní průtok vrátí zpět na fyziologickou

hodnotu, klinické příznaky zcela vymizí. Jde o mechanismus tranzitorní cévní mozkové příhody.

Jakmile se však perfúze sníží pod 10 ml, dochází k poškození mozkové tkáně a rozvíjí se mozková mrtvice v důsledku lipidové peroxidace a působení volných radikálů. O rozsahu poškození mozkové tkáně rozhoduje mnoho faktorů. Při zasažení pouze menší oblasti mozku je kolaterální oběh schopen zajistit základní perfúzi krve i po několik hodin. Při zasažení větší části mozku nervové buňky v centrální oblasti nekrotizují a dochází k mozkovému infarktu. Periferní části mozkové tkáně mohou díky kolaterálnímu oběhu nějakou dobu přežívat a jsou u nich možné následné reparační děje – tzv. zona penumbra.

Z výše popsaných důvodů vyplývá významný vliv kolaterálního krevního oběhu, který se může významně uplatňovat jako kompenzační mechanismus při patologických stavech. Proto je léčba v akutním stádiu cévní mozkové příhody zaměřena na podporu kolaterálního krevního oběhu,

Dalším důležitým faktorem je rychlost rozvoje ischemie. Může vznikat pomalu vlivem trombotického uzávěru, kdy je dostatek času k vytvoření plnohodnotného funkčního kolaterálního oběhu. Pokud nastane uzávěr cévy rychle, například při embolii, nestačí se kolaterální oběh dostatečně rozvinout, riziko rozvoje mozkového infarktu je proto vysoké. V tomto případě je velmi důležitá rychlost léčby, která musí být zahájena co nejdříve, a to v době, kdy jsou neurony v zona penumbra ještě schopné reparability, v ideálním případě do 3 hodin od vzniku uzávěru cévy. (Nevšímalová, 2002)

### **Patogeneze mozkové hemoragie**

Mozková hemoragie neboli krvácení do mozku nastává z důvodu ruptury cévní stěny některé z mozkových arterií. Mozkové hemoragie tvoří asi 15 % případů cévních mozkových příhod a způsobují vyšší úmrtnost než ischemické cévní mozkové příhody. (Nevšímalová, 2002)

Hemoragie dělíme na dvě skupiny – intracerebrální krvácení a subarachnoideální krvácení. Hemoragie můžeme také dělit dle původu – spontánní hemoragie a traumatické hemoragie. (Kalvach, 2010)

Nejčastěji je hemoragická CMP zapříčiněna tříštivým, tzv. typickým krvácením, které je způsobeno rupturou cévní stěny postižené chronickou arteriální hypertenzí. Tříštivé krvácení

jsou zastoupena z 80 %, mortalita je vysoká, jelikož proud krve způsobuje destrukci mozkové tkáně.

Zbylých 20 % netraumatických hemoragií způsobují tzv. atypická, globální krvácení. Příčinou krvácení je v tomto případě nejčastěji ruptura cévní anomálie. Dalšími příčinami intracerebrálního krvácení mohou být komplikace medikamentózní léčby (antikoagulační, trombolytické), nejrůznější angiopatie a koagulopatie. Také následky užívání některých drog, které způsobují akutní arteriální hypertenzi s následnou rupturou cévy. (Nevšimalová, 2002)

Při ruptuře cévy dochází k provalení krve do okolí, krev se po několika minutách sráží, přítomná sraženina působí toxicky a stlačuje okolní cévy. Dochází k hypoxii okolní tkáně a edému mozku. U pacienta se rozvíjejí nejprve příznaky vyplývající ze samotného krvácení, následně se přidávají příznaky hypoxie a mozkového edému. (Kalvach, 2010)

### **Patogeneze subarachnoidálního krvácení**

Subarachnoidální krvácení tvoří přibližně 5 % celkového počtu CMP, mortalita je vysoká. Jde o krvácení mezi arachnoideu a pia mater do oblasti likvorových cest. Nejčastější příčinou je ruptura aneuryzmatu tepen Willisova okruhu a odstupů hlavních mozkových tepen. Masivní hemoragie může vést rychle ke smrti mozku. Závažné jsou také pozdní cévní spazmy, které vznikají od 5. dne po krvácení a trvají po 1 – 2 týdny. Mohou způsobit významné mozkové infarkty a jsou spolu s opakovaným krvácením nejzávažnější komplikací subarachnoideálního krvácení. (Nevšimalová, 2002)

#### **1.4.5 Klinický obraz cévní mozkové příhody**

Klinický obraz je značně variabilní, závisí na příčině, lokalizaci, rozsahu, rychlosti vzniku, kompenzačních mechanismech mozkové tkáně, celkovém zdravotním stavu nemocného, preventivní léčbě a v kvalitě a rychlosti akutní intenzivní péče v začátku onemocnění. Mezi hlavní příznaky patří kontralaterální porucha hybnosti a paréza mimických svalů, porucha citlivosti, poruchy zraku, řečových funkcí. Častá je deviace očí, někdy i hlavy. Může se objevit porucha vědomí.

#### **Klinický obraz ischemické CMP**

Častěji se jedná o náhle vzniklé onemocnění, ale vzácností není ani postupný rozvoj onemocnění, který je způsoben pokračujícím uzávěrem arterie, selháváním kompenzačních mechanismů nebo spoluúčastí celkové mozkové hypoxie.



Ischemické CMP můžeme rozdělovat dle vztahu k tepennému povodí na infarkty teritoriální, kdy ischemie vzniká v povodí dané arterie, na infarkty interteritoriální, kdy ischemie vzniká na rozhraní povodí jednotlivých tepen a na infarkty lakunární, kdy jsou postiženy malé perforující arterie. (Ambler, 2011)

Dle časového průběhu dělíme CMP na *tranzitorní CMP* – jedná se o epizodu přechodné dysfunkce mozku, u které symptomy zcela odezní do 24 hodin (nejčastěji do 30 minut), nejedná se přímo o CMP, ale jde o varovný signál s vysokým rizikem následné závažnější cévní mozkové příhody; *reverzibilní CMP* – jedná se o významnější hypoxii trvající déle než 24 hodin, symptomy vymizí do tří týdnů, může přetrvávat drobný funkční deficit; *progredující CMP* – jedná se o postupně narůstající hypoxii mozkové tkáně, dochází ke zhoršování klinických příznaků; *dokončená CMP* – jedná se o ireverzibilní hypoxii mozkové tkáně s trvalým funkčním deficitem. (Ambler, 2011)

U ischemie a. cerebri media bývá následkem typické Wernick-Mannovo držení s flexí a addukcí horní končetiny a extenzí dolní končetiny s cirkumdukci při chůzi. (Nevšimalová, 2002)

### **Klinický obraz hemoragické CMP**

Krvácení v hlubokých strukturách mozkových hemisfér a v zadní jámě lebeční jsou podstatně závažnější než krvácení v podkorové bílé hmotě mozkové. Centrální tříštivé hemoragie jsou charakterizovány kombinací ložiskových projevů a příznaků akutně vzniklé nitrolebeční hypertenze, častá je porucha vědomí (kóma nastává ve 42 % případů). Nemocný má bolesti hlavy, zvrací, může být inkontinentní, červený v obličeji, časté je zvýšení teploty. Prognóza je nepříznivá s vysokou mortalitou. Subkortikální globózní hemoragie jsou méně závažné a připomínají ischemické příhody stejné lokalizace, prognóza je příznivá s nízkou mortalitou. Mozečková krvácení jsou obvykle závažná, často nejsou včas diagnostikována a zaměňují se s ischemickým postižením vertebrobasilárního povodí. Objevuje se náhlá bolest hlavy, nevolnost, zvracení, porucha stoje a chůze s rozvojem homolaterální neocerebelární a vestibulární symptomatologie. Krvácení do mozkového kmene je doprovázeno klinickou kmenovou symptomatologií podle lokalizace krvácení. Prognóza je většinou infaustní. (Nevšimalová, 2002)

## **Klinický obraz subarachnoidálního krvácení**

Klinický obraz subarachnoidálního krvácení je charakterizován velmi náhlou a prudkou bolestí hlavy, často při tělesné námaze, defekaci, rozčilení apod. Provokujícím faktorem může být také předklon. Může se objevit nevolnost, zvracení, fotofobie. U závažného krvácení dochází k psychické alteraci, neklidu, zmatenosti i významné poruše vigility s rychle nastupujícím kómatem. Ložiskové neurologické příznaky mohou zcela chybět nebo jsou nevýrazné. Dojde-li při subarachnoidálním krvácení zároveň ke krvácení do mozkové tkáně, ložisková symptomatologie je naopak významná a odpovídá lokalizaci hematomu. Typickým nálezem je postupný rozvoj meningeálního syndromu, příznaky se obvykle plně vyvinou do 24 hodin. Klinický průběh subarachnoidálního krvácení může být dramaticky ovlivněn jeho opakováním. Rozvoj pozdních arteriálních spasmů může být příčinou vzniku opožděné ložiskové symptomatologie odpovídající lokalizaci mozkových infarktů. (Nevšímalová, 2002)

### **1.4.6 Rehabilitace u CMP**

Rehabilitační plán by měl být u CMP sestaven tak, aby pokryl všechny neurologické poruchy, které se u pacienta objeví. Nejčastěji jsou přítomné senzorické poruchy, poruchy symbolických funkcí, kognitivních funkcí, hybnosti končetin (centrální parézy), postižení hlavových nervů, poruchy povrchové i hluboké citlivosti, poruchy vestibulární a cerebelární. Prostřednictvím fyzioterapie usilujeme především o odstranění funkčního útlumu v okolí morfologického postižení a o prevenci rozvoje sekundárních útlumových změn v nadřazených i vzdáleně souvisejících oblastech.

Při sestavení rehabilitačního plánu vycházíme z hodnocení posturálního tonu, posturálních a pohybových vzorů, přihlížíme také k vývojovému stádiu CMP. Rozlišujeme **akutní stádium**, kdy dominuje svalová hypotonie (tzv. pseudo-chabé stádium), **subakutní stádium**, kdy se rozvíjí a dominuje spasticita, **stádium relativní úpravy**, kdy pokračuje zlepšování stavu. Ve chvíli, kdy se stav ustálí a zlepšování nepokračuje, nastává **chronické stádium**. Uvedená stádia se vzájemně překrývají, nelze je od sebe striktně oddělovat.

V terapii využíváme z fyzioterapeutických metod především Vojtovu metodu, koncept manželů Bobathových a propioceptivní neuromuskulární facilitaci. Uvedené metody se aplikují ve všech stádiích CMP a konkrétní postup volíme podle aktuálního stavu pacienta. (Kolář, 2009)

## 1.5 Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie, SEMG z anglického Surface-Electro-Myo-Graphy je přístrojová elektronická technologie pro záznam a analýzu elektrických potenciálů, které vznikají při kontrakci kosterní svaloviny během konkrétního pohybu. Užitečnost SEMG je v možnosti analýzy a objektivizace pohybu jako funkce. Povrchová elektromyografie nám dává možnost hodnotit vzájemnou součinnost několika svalů. SEMG vyšetření probíhá ve dvou krocích. V prvním kroku probíhá samotné měření podle předem stanovených parametrů, v druhém provádíme pomocí speciálních počítačových programů analýzu surového záznamu, případně statistická vyhodnocení. Teprve po tomto zpracování lze výsledky vyšetření interpretovat.

Povrchová elektromyografie nám dává možnost kvantifikovat i poměrně detailní, často klinicky podprahové poruchy motoriky, konkrétněji cílit terapii a kontrolovat průběh a účinnost zvolené terapie. SEMG je, oproti EMG využívané v klinické neurologii, aplikovanou elektrofyziologickou technikou s praktickým využitím pouze v medicínské rehabilitaci. Hlavním zaměřením SEMG je přístrojová objektivizace poruch řízení lidské motoriky a terapeutické využití formou bio-feedback terapie.

Pomocí SEMG vyšetřujeme pohyb jako funkci a jeho změny za fyziologických nebo patologických podmínek, sledujeme hru svalů, hodnotíme aktivitu jednotlivých svalů podílejících se na pohybu. Hlavním cílem SEMG je objasnit vlivy, které se promítají do činnosti kosterních svalů.

Povrchová svalová aktivita se nejčastěji snímá bipolárně pomocí dvou elektrod umístěných paralelně s průběhem svalových vláken. Změna elektrického napětí spojená s propagací akčních potenciálů se projikuje na kůži nad svalem, kde je snímána párem elektrod. (Krobot, Kolářová, 2011)

## 2 CÍLE A HYPOTÉZY

### 2.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zhodnotit okamžitý efekt zrcadlové terapie horní končetiny u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě. Pro ověření výsledků terapie byla provedena povrchová elektromyografie při flekčně-extenčním pohybu zápěstí, měření probíhalo během jedné terapeutické jednotky.

### 2.2 Vědecké otázky a hypotézy

Stanovené vědecké otázky a hypotézy budu ověřovat u dvou měřených svalů (**m. flexor carpi ulnaris** a **m. extensor carpi radialis**) při **flekčně-extenčním pohybu v zápěstí**, a to pro každý sval zvlášť při pohybu směrem do flexe zápěstí a zvlášť při pohybu směrem do extenze zápěstí. U každé vědecké otázky budu tedy ověřovat čtyři hypotézy, čtyři měřené situace.

#### 2.2.1 Vědecká otázka č. 1

*Jaký je rozdíl mezi klidovou aktivitou svalu postižené končetiny před terapií a klidovou aktivitou svalu postižené končetiny během mirror terapie při pohybu zdravé končetiny s pozorováním jejího odrazu v zrcadle?*

**Hypotéza H<sub>0</sub>1:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>1:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>0</sub>2:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>2:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>0</sub>3:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>3:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>0</sub>4:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>4:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

### 2.2.2 Vědecká otázka č. 2

*Jaký je rozdíl mezi volní svalovou aktivitou postižené končetiny před terapií a během terapie při sledování odrazu zdravé končetiny v zrcadle?*

**Hypotéza H<sub>0</sub>5:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>5:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>0</sub>6:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>6:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>0</sub>7:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>7:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>0</sub>8:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>8:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

### 2.2.3 Vědecká otázka č. 3

*Jaký je rozdíl mezi volní svalovou aktivitou postižené končetiny před terapií a po terapii?*

**Hypotéza H<sub>0</sub>9:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>9:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>0</sub>10:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>10:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>0</sub>11:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>11:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>0</sub>12:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>12:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

### 3 METODIKA

#### 3.1 Charakteristika experimentální skupiny

Experimentální části výzkumu se zúčastnilo celkem 16 probandů z lůžkového rehabilitačního oddělení FN Olomouc. Hlavním výběrovým kritériem pro zařazení do výzkumu byla prodělaná cévní mozková příhoda s následným motorickým postižením horní končetiny ve smyslu parézy až plegie. Dalším výběrovým kritériem byl vzhledem k zaměření terapie dobrý kognitivní stav všech probandů a schopnost soustředění se, v průběhu experimentu byl zdravotní stav pacientů stabilní. Pro zařazení do studie dále bylo nutné dosažení minimální věkové hranice 18 let. Věk probandů dosahoval 39 – 72 let, průměrný věk byl  $55,9 \pm 10,8$  roku. Jednalo se o pacienty v subakutním stádiu CMP, 3 ženy a 13 mužů. U jedné ženy byla dominantní levá horní končetina, u ostatních probandů byla dominantní pravá HK. U 8 pacientů byla postižena dominantní HK, u 8 končetina nedominantní. Pacienti byli do studie zařazeni nezávisle na příčině cévní mozkové příhody. Všichni probandi před zařazením do experimentu podepsali informovaný souhlas (viz Přílohu č. 1), ve kterém byli seznámeni s průběhem experimentu. Celá studie probíhala v souladu s etickými zásadami Helsinské deklarace z roku 1975 v revidovaném vydání z roku 1983.

Pacient	Pohlaví	Věk	Dominantní HK	Měřená HK
1	muž	71	pravá	nedominantní
2	muž	62	pravá	dominantní
3	muž	51	pravá	nedominantní
4	žena	39	pravá	nedominantní
5	muž	57	pravá	dominantní
6	muž	62	pravá	nedominantní
7	muž	42	pravá	nedominantní
8	muž	72	pravá	nedominantní
9	žena	57	pravá	dominantní
10	muž	53	pravá	nedominantní
11	muž	41	pravá	dominantní
12	muž	62	pravá	dominantní
13	muž	65	pravá	dominantní
14	žena	37	levá	dominantní
15	muž	63	pravá	nedominantní
16	muž	61	pravá	dominantní

**Tabulka 1: Charakteristika sledovaného souboru pacientů**

## 3.2 Hodnotící metody

### 3.2.1 Povrchová elektromyografie

Hodnocení účinku zrcadlové terapie bylo měřeno pomocí povrchové polyelektromyografie – SEMG. Pro hodnocení efektu zrcadlové terapie byla měřena aktivita svalů paretické horní končetiny v různých situacích pomocí povrchové polyelektromyografie – SEMG. K měření byl použit 8 kanálový povrchový elektromyograf Noraxon TeleMyo 2400T G2. Elektrody byly umístěny na paretickou horní končetinu na **m. flexor carpi ulnaris** a **m. extensor carpi radialis**, zemní elektroda byla umístěna na hlavičku radia. Současně byl v přístroji zapojený 2D akcelerometr, který byl umístěný na druhém článku III. prstu zdravé ruky k určení začátku a konce pohybu. Celý průběh měření byl zároveň zaznamenáván na videokameru synchronizovanou s elektromyografickým záznamem.

Před samotným umístěním elektrod bylo palpováno svalové břicho příslušného svalu při izometrické aktivitě. Následně bylo místo v případě potřeby oholeno, poté ošetřeno abrazivní pastou, důkladně očištěno a osušeno. Samolepící elektrody byly umístěny kolmo na průběh svalových vláken. Poté bylo pomocí zkušebního EMG záznamu ověřeno správné umístění elektrod, zapojení akcelerometru i videokamery. Po úspěšném otestování jsme přistoupili k samotnému měření.

## 3.3 Průběh experimentu

Vlastní zrcadlová terapie a měření v průběhu terapie probíhalo s pomocí zrcadla v prostorách kineziologické laboratoře Fakultní nemocnice Olomouc. Byla stanovena standardizovaná výchozí poloha: vzpřímený sed na židli bez opory zad, horní končetiny ve výchozí poloze volně položené na pracovní ploše na ulnární hraně ruky v nulovém postavení zápěstí, v 90° flexi v loketních kloubech, s mírnou flexí v ramenních kloubech. Pánev v napřímění, kyčelní klouby v mírné abdukci a zevní rotaci, chodidla v kontaktu s podložkou. V této pozici byla měřena klidová aktivita svalů **m. flexor carpi ulnaris** a **m. extensor carpi radialis** po dobu 20 s.

V průběhu experimentu byl prováděn „flekčně-extenční“ pohyb v zápěstí s uvolněnými prsty s horní končetinou opřenu o ulnární hranu. Na začátku pohybu bylo zápěstí v nulovém postavení, z této výchozí polohy pacient prováděl maximální flexi zápěstí až do maximální flexe, následně plynule navázal pohyb do maximální extenze zápěstí. Nejprve byl pohyb prováděn po dobu tří minut s přímou zrakovou kontrolou, po uplynutí tří



minut bylo bez upozornění probanda spuštěno měření na dalších pět opakování daného pohybu.

V druhé fázi experimentu bylo umístěno mezi horní končetiny pacienta zrcadlo tak, aby se v reflexní části zrcadla zobrazovala nepostižená končetina, pacient sledoval odraz v zrcadle. V první měřené situaci se zrcadlem prováděl proband tři minuty pohyb zdravou HK s pozorováním jejího odrazu v zrcadle, paretická končetina byla položena v klidu za zrcadlem. Po uplynutí této doby bylo bez upozornění pacienta spuštěno měření, byl proveden záznam klidové aktivity paretické končetiny během pěti opakování daného pohybu zdravou končetinou umístěnou před zrcadlem.

V druhé měřené situaci se zrcadlem byl pacient vyzván k provedení aktivního pohybu oběma horními končetinami, během kterého opět sledoval odraz nepostižené horní končetiny v zrcadle. Pohyb prováděl po dobu tří minut, poté bylo bez upozornění spuštěno měření na pět opakování daného pohybu.

Na závěr experimentu bylo odstraněno zrcadlo, pacient byl znovu vyzván k provedení aktivního pohybu paretické končetiny s přímou zrakovou kontrolou. Po minutě provádění daného pohybu bylo opět bez upozornění pacienta spuštěno měření a změřeno pět opakování pohybu.

V průběhu experimentu byly měřené dva svaly. Při následné analýze byl flekčně-extenční pohyb rozdělen, pro každý z měřených svalů tak vznikly 2 měřené situace – pohyb z maximální extenze směrem do maximální flexe zápěstí a pohyb z maximální flexe směrem do maximální extenze zápěstí.

### **3.4 Zpracování dat**

Naměřená data byla zaznamenána a následně zpracována v programu MyoResearch XP Master Edition 1.07. Před samotným vyhodnocením došlo k upravení surového záznamu. Nejprve byla vytvořena kopie surového záznamu, která byla dále upravována. Záznam byl nejprve rektifikován a následně vyhlazen. Pro vyhlazení byl použit RMS algoritmus s velikostí okna 50 ms pro svody EMG a 100 ms pro akcelerometr.

U naměřené klidové aktivity před zahájením terapie a klidové aktivity během mirror terapie byl pomocí markerů označen záznam v délce trvání 20 s. U záznamu aktivního pohybu paretické končetiny byl pomocí markerů stanoven začátek a konec pohybu ve třech

opakováních, zvláště pro pohyb do flexe a zvláště pro pohyb do extenze. Přesný začátek a konec pohybu byl stanoven pomocí záznamu akcelerometru a videozáznamu.

Takto zpracovaný záznam byl poté zpracován reportem typu Standard EMG Analysis, výsledná data byla převedena do programu Microsoft Office Excel. Celý záznam byl v Microsoft Office Excel procentuálně rozdělen na jednotlivá procenta, v každém okamžiku byla uvedena velikost amplitudy. Na konci reportu byly všechny takto určené amplitudy zprůměrovány. Tato hodnota určuje průměrnou aktivitu svalu v  $\mu V$ .

### **3.5 Statistická analýza**

Data byla zpracována v programu Statistica 13 a Microsoft Office Excel 2010. Výsledné naměřené hodnoty byly vztaženy ke klidové aktivitě. Následně byla pro statistické zhodnocení ověřena normalita pomocí Shapiro-Wilk testu, na základě jeho výsledku stanoven vhodný test. Při normalitě dat byl zvolen T-test, v opačném případě Wilcoxonův test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na  $p < 0,05$ .

## 4 VÝSLEDKY

V této části práce jsem ověřovala, zda nastane statisticky významný rozdíl ve svalové aktivitě snímané pomocí EMG v několika měřených situacích, které byly následně porovnávány.

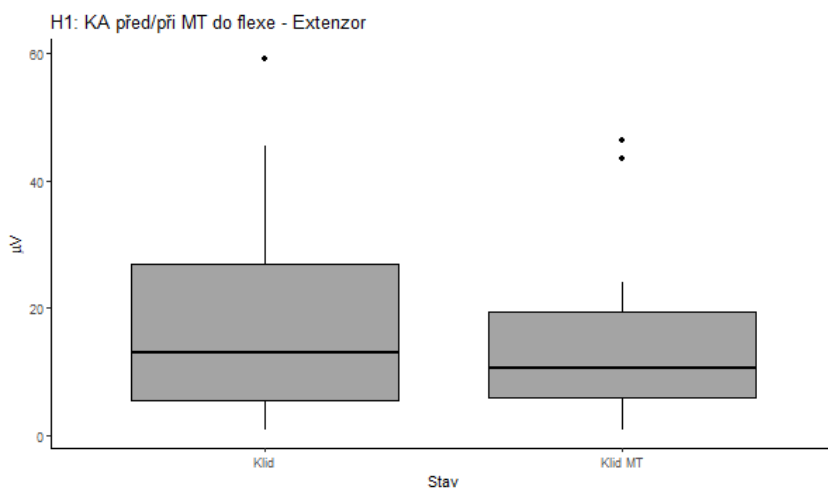
### 4.1.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1

*Jaký je rozdíl mezi klidovou aktivitou svalu postižené končetiny před terapií a klidovou aktivitou svalu postižené končetiny během mirror terapie při pohybu zdravé končetiny s pozorováním jejího odrazu v zrcadle?*

**Hypotéza H<sub>0</sub>1:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>1:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,003** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie. **Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu H<sub>A</sub>1 a zamítáme nulovou hypotézu H<sub>0</sub>1.**



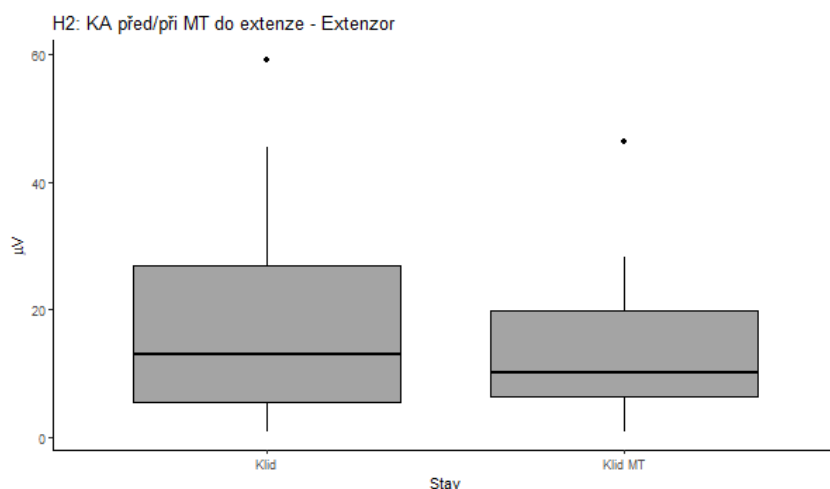
**Obrázek 2: Graf k hypotéze H<sub>0</sub>1**

Vysvětlivky: Klid – klidová aktivita před terapií; Klid MT – klidová aktivita při terapii.

**Hypotéza H<sub>0</sub>2:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>2:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,0005** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi klidovou aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie. **Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu H<sub>A</sub>2 a zamítáme nulovou hypotézu H<sub>0</sub>2.**



**Obrázek 3: Graf k hypotéze H<sub>0</sub>2**

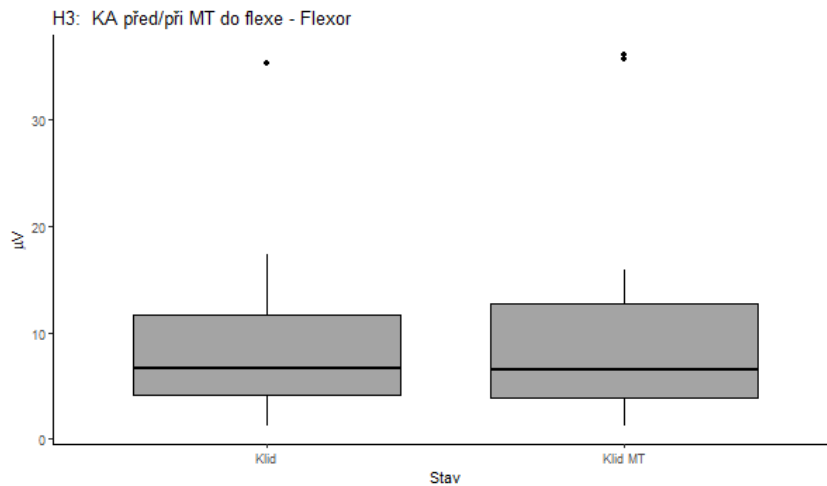
Vysvětlivky: Klid – klidová aktivita před terapií; Klid MT – klidová aktivita při terapii.

**Hypotéza H<sub>0</sub>3:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A</sub>3:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit T-test. Výsledná hodnota **p = 0,035** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu H<sub>A</sub>3 a zamítáme nulovou hypotézu H<sub>0</sub>3.**



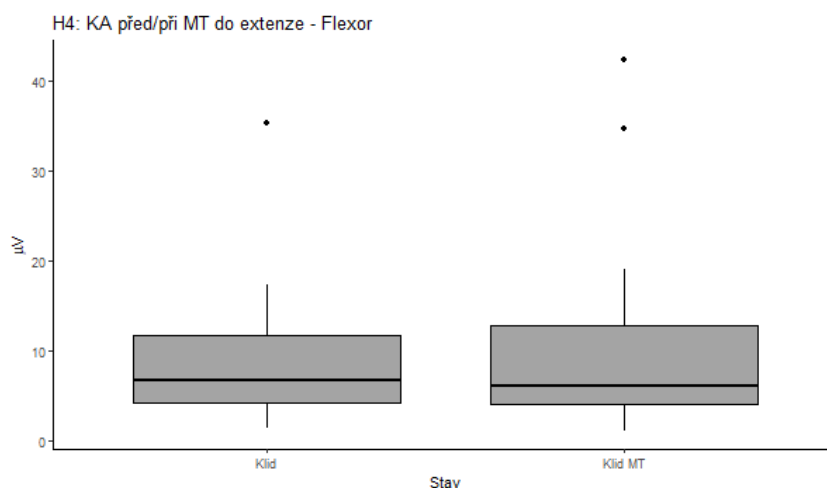
**Obrázek 4: Graf k hypotéze H<sub>03</sub>**

Vysvětlivky: Klid – klidová aktivita před terapií; Klid MT – klidová aktivita při terapii.

**Hypotéza H<sub>04</sub>:** Neexistuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A4</sub>:** Existuje rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,005** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi klidovou aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie. **Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu H<sub>A4</sub> a zamítáme nulovou hypotézu H<sub>04</sub>.**



**Obrázek 5: Graf k hypotéze H<sub>04</sub>**

Vysvětlivky: Klid – klidová aktivita před terapií; Klid MT – klidová aktivita při terapii.

extenzor - pohyb do FL	Shapiro-Wilk W=,75126, p=,00066	Wilcoxonův párový test	0,003200
extenzor - pohyb do EX	Shapiro-Wilk W=,79327, p=,00222	Wilcoxonův párový test	0,000500
flexor - pohyb do FL	<b>Shapiro-Wilk W=,89000, p=,05570</b>	<b>T-test</b>	0,035000
flexor - pohyb do EX	Shapiro-Wilk W=,76506, p=,00097	Wilcoxonův párový test	0,005200

**Tabulka 2: Výsledky k vědecké otázce č. 1**

#### 4.1.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2

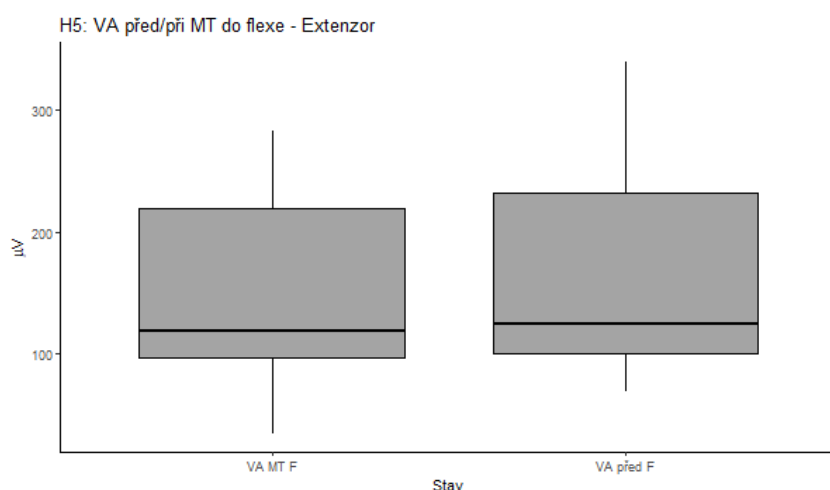
*Jaký je rozdíl mezi volní svalovou aktivitou postižené končetiny před terapií a během terapie při sledování odrazu zdravé končetiny v zrcadle?*

**Hypotéza H<sub>05</sub>:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A5</sub>:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit T-test. Výsledná hodnota **p = 0,113** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>05</sub>.**



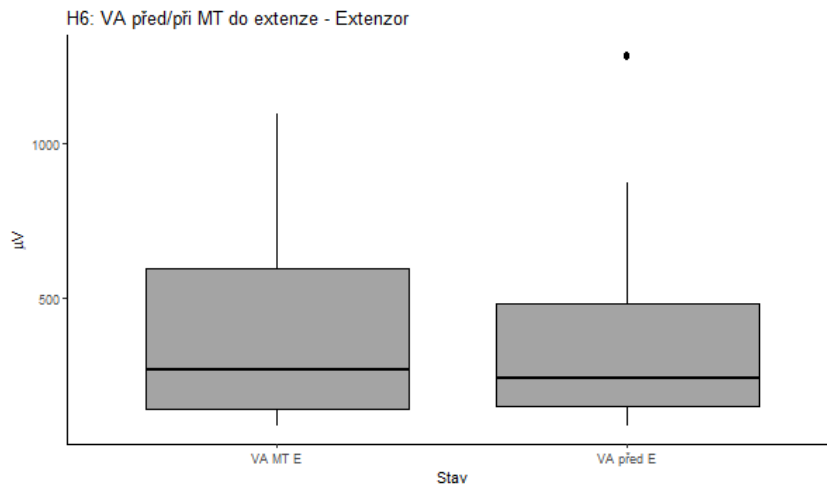
**Obrázek 6: Graf k hypotéze H<sub>05</sub>**

Vysvětlivky: VA MT – volní aktivita během terapie; VA před – volní aktivita před terapií.

**Hypotéza H<sub>06</sub>:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A6</sub>:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,796** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a během terapie. **Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>06</sub>.**



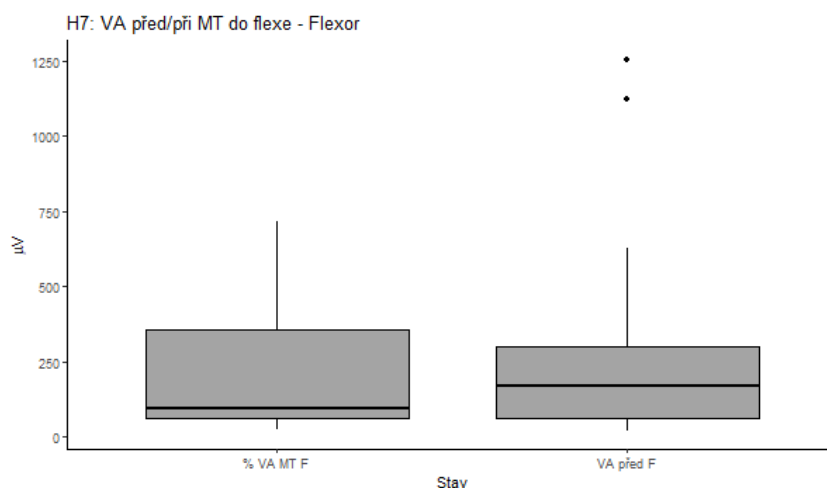
**Obrázek 7: Graf k hypotéze H<sub>06</sub>**

Vysvětlivky: VA MT – volní aktivita během terapie; VA před – volní aktivita před terapií.

**Hypotéza H<sub>07</sub>:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A7</sub>:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,278** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a během terapie. **Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>07</sub>.**



**Obrázek 8: Graf k hypotéze H<sub>07</sub>**

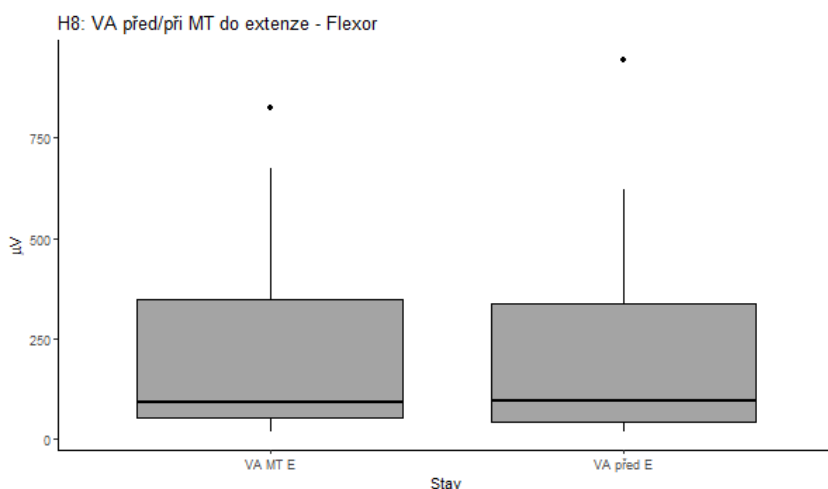
Vysvětlivky: VA MT – volní aktivita během terapie; VA před – volní aktivita před terapií.



**Hypotéza H<sub>08</sub>:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

**Hypotéza H<sub>A8</sub>:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,379** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a během terapie. **Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>08</sub>.**



**Obrázek 9: Graf k hypotéze H<sub>08</sub>**

Vysvětlivky: VA MT – volní aktivita během terapie; VA před – volní aktivita před terapií.

extenzor - pohyb do FL	<b>Shapiro-Wilk W=,96544, p=,76048</b>	<b>T-test</b>	p=0,113
extenzor - pohyb do EX	Shapiro-Wilk W=,81603, p=,00448	Wilcoxonův párový test	p=0,796
flexor - pohyb do FL	Shapiro-Wilk W=,69546, p=,00015	Wilcoxonův párový test	p=0,278
flexor - pohyb do EX	Shapiro-Wilk W=,69546, p=,00015	Wilcoxonův párový test	p=0,379

**Tabulka 3: Výsledky k vědecké otázce č. 2**

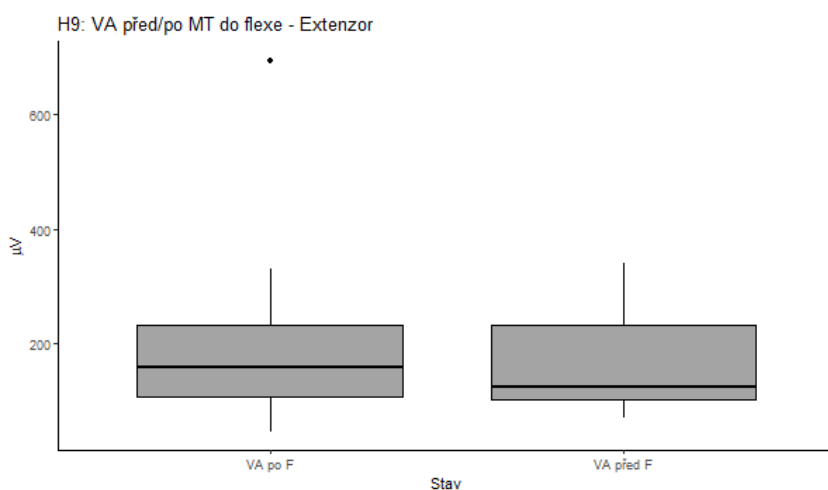
### 4.1.3 Výsledky k vědecké otázce č. 3

*Jaký je rozdíl mezi volní svalovou aktivitou postižené končetiny před terapií a po terapii?*

**Hypotéza H<sub>0</sub>9:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>9:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,535** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do flexe před terapií a po terapii. **Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>0</sub>9.**



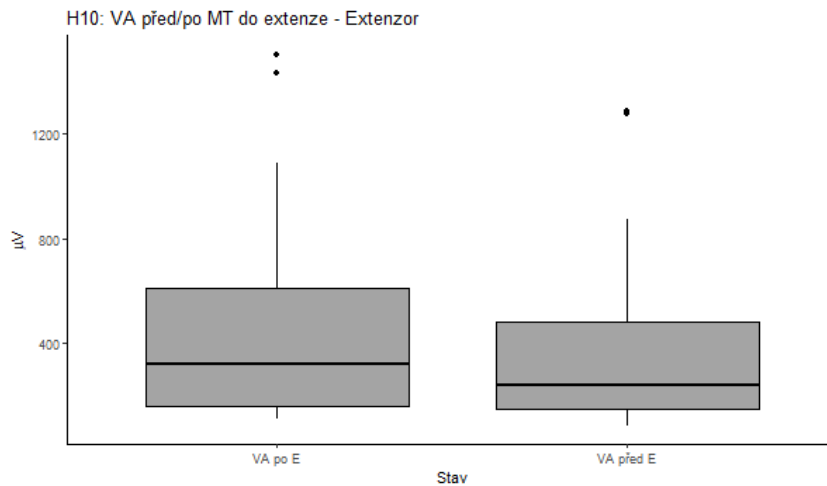
**Obrázek 10: Graf k hypotéze H<sub>0</sub>9**

Vysvětlivky: VA po – volní aktivita po terapii; VA před – volní aktivita před terapií.

**Hypotéza H<sub>0</sub>10:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>10:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,079** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. extensor carpi radialis při pohybu do extenze před terapií a po terapii. **Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>0</sub>10.**



**Obrázek 11: Graf k hypotéze H<sub>0</sub>10**

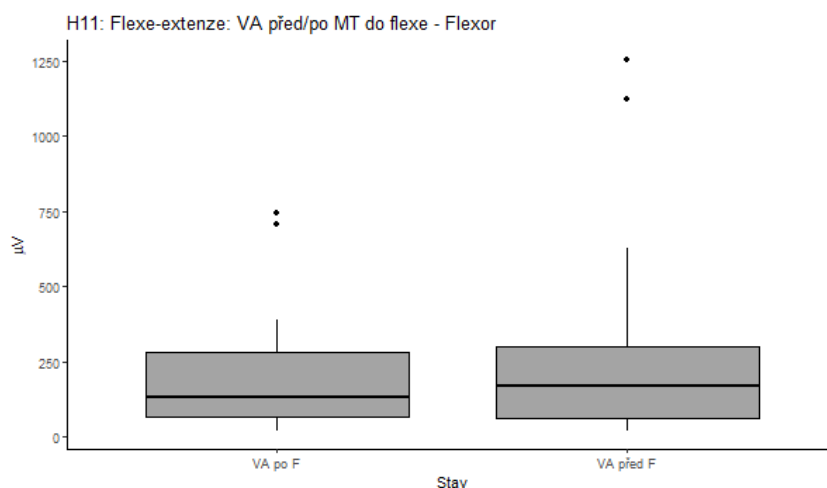
Vysvětlivky: VA po – volní aktivita po terapii; VA před – volní aktivita před terapií.

**Hypotéza H<sub>0</sub>11:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>11:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,039** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do flexe před terapií a po terapii.

**Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu H<sub>A</sub>11 a zamítáme nulovou hypotézu H<sub>0</sub>11.**



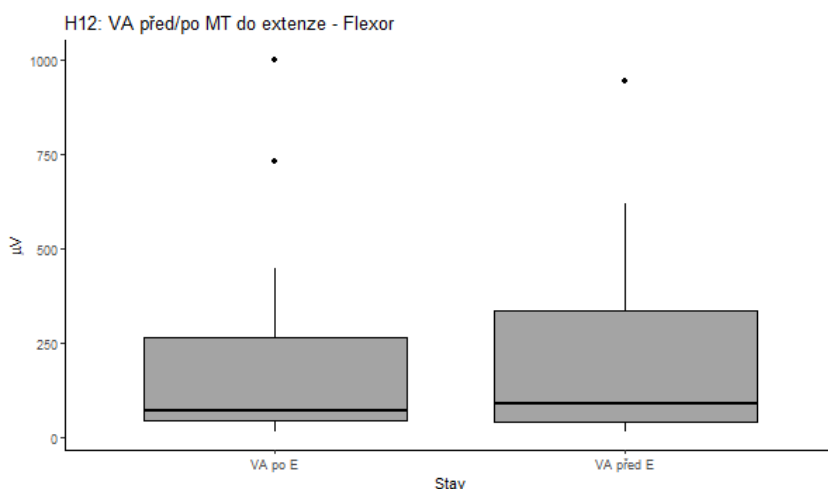
**Obrázek 12: Graf k hypotéze H<sub>0</sub>11**

Vysvětlivky: VA po – volní aktivita po terapii; VA před – volní aktivita před terapií.

**Hypotéza H<sub>0</sub>12:** Neexistuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

**Hypotéza H<sub>A</sub>12:** Existuje rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a po terapii.

Pro statistické zhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Výsledná hodnota **p = 0,717** (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) ukazuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi volní aktivitou m. flexor carpi ulnaris při pohybu do extenze před terapií a po terapii. **Nelze zamítnout nulovou hypotézu H<sub>0</sub>12.**



**Obrázek 13: Graf k hypotéze H<sub>0</sub>12**

Vysvětlivky: VA po – volní aktivita po terapii; VA před – volní aktivita před terapií.

extenzor - pohyb do FL	Shapiro-Wilk W=,60255, p=,00002	Wilcoxonův párový test	0,534926
extenzor - pohyb do EX	Shapiro-Wilk W=,77729, p=,00138	Wilcoxonův párový test	0,078732
flexor - pohyb do FL	Shapiro-Wilk W=,73677, p=,00044	Wilcoxonův párový test	<b>0,038608</b>
flexor - pohyb do EX	Shapiro-Wilk W=,77922, p=,00146	Wilcoxonův párový test	0,717381

**Tabulka 4: Výsledky k vědecké otázce č. 3**

## 5 DISKUZE

Zrcadlová terapie je jednoduše realizovatelná terapeutická metoda, kterou lze využít po prodělané CMP v akutní, subakutní i chronické fázi pro zlepšení motorického, senzoryckého nebo percepčního deficitu. (Gandhi, 2020)

Cílem diplomové práce bylo ověřit, jak se mění aktivita flexoru a extenzoru zápěstí postižené horní končetiny při palmární a dorsální flexi zápěstí během zrcadlové terapie. Aktivita svalů byla zjišťována pomocí povrchové elektromyografie a následně byly naměřené a zprůměrované hodnoty vzájemně porovnány.

Studie týkající se zrcadlové terapie a jejího vlivu u parézy horní končetiny po CMP se značně odlišují jak v metodice, tak způsobem hodnocení efektu terapie, proto je srovnání výsledků mezi nimi i vzhledem k této práci problematické. Většina studií hodnotí dlouhodobý efekt terapie na funkci horní končetiny, případně hodnotí ovlivnění spasticity, vliv na neglect syndrom, bolest nebo svalovou sílu. Vliv terapie autoři většinou hodnotí klinickými testy nebo škálami, kdy hodnotí výsledky před a po terapii. Studií, které využívají pro hodnocení efektu terapie elektromyografii je málo, proto byly výsledky této práce diskutovány s dostupnými studiemi, které se tématu této práce nejvíce podobají.

### 5.1 Diskuze k vědecké otázce č. 1

Z výsledků této práce je patrné, že dochází ke statisticky významnému zvýšení svalové aktivity v situaci, kdy pacient během zrcadlové terapie pohybuje zdravou končetinou a sleduje její odraz v zrcadle. Je tedy vyvolána iluze pohybu postižené končetiny, která v této situaci zůstává volně položená za zrcadlem bez vědomé aktivní snahy pacienta o provedení pohybu.

Stejného výsledku dosáhla rozsáhlá studie (Selles a kol., 2014), která potvrdila, že použití zrcadlového odrazu může usnadňovat motorické učení. Autoři studie popsali poměrně značný účinek zrcadlové terapie při pohybu pouze nepostiženou končetinou a jejím sledování v zrcadle.

Oproti tomu Funase (2007, p. 111) uvádí, že některé dřívější studie prokázaly, že kortikospinální dráždivost svalů, který je v klidu, je facilitována izometrickou kontrakcí téhož kontralaterálního svalů. V jeho studii byl však prováděn fázický pohyb bez zátěže, proto toto tvrzení nebylo v jeho studii dále objasněno. Toto tvrzení by bylo vhodné dále ověřit měřením svalové aktivity v situaci, kdy dochází k aktivitě kontralaterálních svalů s přímou zrakovou

kontrolou případně s vyloučením zrakové kontroly ve srovnání s měřením svalové aktivity při mirror terapii.

Funase et. al (2007) ve své studii neprokázali významný rozdíl v nárůstu amplitudy motorických evokovaných potenciálů při přímém pozorování pohybu u druhé osoby a při pozorování pohybu s využitím zrcadla. Studie probíhala na zdravých jedincích, z nichž někteří popisovali pocity, jako kdyby se ruka za zrcadlem pohybovala, což však nebylo potvrzeno změnou motorických evokovaných potenciálů. Proto autoři studie dospěli k závěru, že mirror terapie nevede ke zvýšení vzrušivosti motorických evokovaných potenciálů u zdravých jedinců. Systém zrcadlových neuronů byl aktivován během přímého pozorování druhé osoby i během pozorování prostřednictvím zrcadla.

Fukumura et al. (2007, s. 1039—1048) ve své studii zjišťovali, zda mirror terapie pozměňuje nervové mechanismy v motorickém kortexu. Jejich studie byla prováděna u zdravých lidí. Byly sledovány tři situace, a to při pozorování pohybů paže v zrcadle, představa pohybu na straně postižené končetiny a vliv asistovaného cvičení s postiženou paží na změny excitability v motorickém kortexu pro objasnění přínosu každého faktoru. Větší zvýšení motoricky evokovaných potenciálů bylo zjištěno u pozorování pohybu v zrcadle, než bez něj.

Thieme uvádí, že ve dřívější studii byl prokázán významný vliv zrcadlové terapie na zlepšení motorické funkce distální části HK u pacientů s plegií. Také došlo ke zlepšení ADL a zmírnění bolesti po prodělané CMP. Kromě toho došlo ke zlepšení sensorického vnímání pro dotek u všech pacientů, kteří se účastnili terapie se zrcadlem. Byl zjištěn významný vliv na neglect syndrom. Autoři vysvětlují významný účinek terapie především dávkováním terapie, která probíhala třicet minut pět dní v týdnu po dobu šest týdnů v celkovém čase 15 hodin. (Thieme, 2012 s. 321, 322)

Thieme dále uvádí, že z dostupných studií nelze vyvodit žádný definitivní závěr o úspěchu terapie ve vztahu k závažnosti postižení nebo době od vzniku CMP. Zůstává tedy nejasné, zda doba uplynulá od vzniku CMP má vliv na úspěšnost zrcadlové terapie (Thieme, 2012, s. 315)

Autoři studie provedené Sellesem et al. (2014) se kloní k názoru, že zrcadlová terapie může být účinná ve specifických situacích, například při plegii a těžké paréze končetiny, kdy pacient ještě není schopen postiženou končetinou pohybovat, nebo když se postižená končetina snadno unaví. Názor autorů je v souladu s výsledky této práce, která prokázala statisticky významnou změnu klidové svalové aktivity před terapií a v průběhu terapie.

U jednotlivých probandů docházelo při srovnání klidové aktivity před terapií a klidové aktivity během zrcadlové terapie k různým výsledkům. U některých docházelo ke zvýšení aktivity svalu, u jiných se naopak během mirror terapie svalová aktivita snížila. Teoreticky bychom toto snížení svalové aktivity během terapie mohli vysvětlit přítomnou spasticitou (jejíž zlepšení po terapii pacienti subjektivně udávali). Jak uvádí Štětkářová (2013), spasticita je způsobena poruchou centrálního motoneuronu, další součástí jeho poškození je kromě zvýšené svalové aktivity také zkrácení svalu a paréza. Při volném pohybu se objevují ko-kontrakce a synkinézy, které nepříznivě ovlivňují zručnost a svalovou sílu. Negativní vliv mají flexorové a extenzorové spazmy. (Štětkářová, 2013)

Toto tvrzení ovšem nemohlo být v této ověřeno, jelikož spasticita nebyla před zahájením experimentu hodnocena a samotné elektromyografické měření neumožňuje přímou zpětnou vazbu, výsledky měření jsou známy až po úpravě signálu a vyhodnocení. Ověření této teorie by však mohlo být inspirací pro budoucí studie.

## **5.2 Diskuze k vědecké otázce č. 2**

Z výsledků této práce je patrné, že nedochází ke statisticky významnému rozdílu svalové aktivity při aktivním pohybu postižené končetiny s přímou zrakovou kontrolou ve srovnání s aktivním pohybem postižené končetiny během mirror terapie.

Podobných výsledků dosáhla ve své diplomové práci Antolíková (2018), kdy srovnávala dva měřené svaly (m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis) ve čtyřech pohybových situacích. Z osmi hodnocených situací vyšly dvě situace statisticky významné. Antolíková ve své diplomové práci srovnávala svalovou aktivitu při provádění pohybu s přímou vizuální kontrolou postižené HK a svalovou aktivitu během mirror terapie. Při mirror terapii byla svalová aktivita u většiny probandů nižší než při přímé zrakové kontrole. Výsledky autorky jsou podobné výsledkům této práce, kdy u čtyř měřených situací byly výsledky statisticky nevýznamné. Antolíková ve své práci dále diskutuje otázku, zda výsledky nebyly ovlivněny spasticitou (která by pomocí mirror terapie dle jejích závěrů mohla být tlumena), případně zda na výsledky nemá vliv tíže postižení. V mé práci nelze hodnotit výsledky s ohledem na tíži postižení, neboť nebyla pro účely experimentu stanovena. Výsledky této práce nelze diskutovat ani s ohledem na případné ovlivnění spasticity, neboť hodnocená data nevykazují žádný společný trend. Ve všech měřených situacích u různých probandů dochází v tomto experimentu během zrcadlové terapie ve srovnání s volní aktivitou

jak ke snížení, tak ke zvýšení svalové aktivity, přičemž nelze z naměřeného vzorku vysledovat žádný společný trend.

Dle studie Invernizziho (2013) bylo potvrzeno, že spojení zrcadlové a konveční terapie je přínosnější z hlediska obnovy motoriky ve srovnání se samotnou konvenční terapií. Stejného výsledku dosáhla studie Gandhiho (2020), při které autoři došli k závěru, že aktivita obou končetin při zrcadlové terapii zlepšuje výsledky terapie.

V další studii autoři zkoumali účinek MT u pacientů v subakutním stádiu po cévní mozkové příhodě s hemiparézou horní končetiny. (Rajappan et al., 2015). Autoři této studie rozdělili pacienty na 2 skupiny po 15 probandech, kteří měli za úkol provádět identické pohyby zdravou i postiženou končetinou. Jedna skupina přitom sledovala odraz v zrcadle, druhá skupina měla mezi končetinami umístěnou zástěnu bez zrcadlové plochy. Z výsledků této studie vyplývá významné zlepšení motoriky a funkce horní končetiny v obou skupinách, skupina provádějící zrcadlovou terapii však vykazovala větší zlepšení.

### **5.3 Diskuze k vědecké otázce č. 3**

Z výsledků této práce je patrné, že nedochází ke statisticky významnému rozdílu svalové aktivity při aktivním pohybu postižené končetiny s přímou zrakovou kontrolou před terapií a po terapii.

Tento výsledek je v rozporu s některými studiemi, například Chaudhari (2019) ve své studii prokázala významný efekt mirror terapie na funkci horní končetiny, studie ovšem probíhala po 4 týdny, 5x týdně 20 minut denně. Studie Bhasina (2012, s. 574) prováděná u pacientů po cévní mozkové příhodě prokázala zlepšení motoriky po 8 týdnech terapie s využitím zobrazování pomocí počítače místo zrcadla. Toto zlepšení autoři přičítají reorganizačním procesům v poškozených oblastech mozkové kůry. Radajewska et al. (2017) ve své studii prokázali významné zlepšení funkce ruky ve skupině s mirror terapií, z výsledků studie vyvodili pozitivní dopad kombinace MT s jinou léčbou.

Studie provedená Sellesem (2014) oproti předchozím zmíněným došla k závěru, že samotný zrcadlový trénink není účinnější než přímé cvičení. Autoři studie se kloní k názoru, že zrcadlová terapie může být účinná ve specifických situacích, například při plegii a těžké paréze končetiny, kdy pacient ještě není schopen postiženou končetinou pohybovat, nebo když se postižená končetina snadno unaví.



Ve většině studií citovaných v této práci autoři ověřovali dlouhodobý vliv zrcadlové terapie, terapie probíhala většinou během 4 – 6 týdnů, a to často až 5x týdně. V našem experimentu byla svalová aktivita měřena v rámci jednoho terapeutického sezení, je tedy pravděpodobné, že během jednorázové aplikace zrcadlové terapie nedochází k neurofyziologickým změnám na takové úrovni, aby byly tyto změny měřitelné pomocí povrchové elektromyografie.

Při srovnání pohybu paretické končetiny před terapií a po terapii někteří probandi uváděli subjektivně lepší pocit kontroly při volném pohybu paretickou končetinou. Někteří subjektivně udávali i zlepšení pocitu „ztuhlosti“ (tedy spasticity), případně také zlepšení rozsahu pohybu po terapii. Tato subjektivní tvrzení by mohla být vodítkem pro další výzkumné práce.

## **5.4 Limity práce**

Limitem této práce je v první řadě malý soubor probandů. Malý vzorek testovaných probandů může způsobit, že zpracované výsledky nejsou statisticky významné, i když ve větším souboru by statisticky významné být mohly. Výzkumu se zúčastnilo 16 pacientů po cévní mozkové příhodě. Někteří pacienti nemohli být do výzkumu zařazeni vzhledem ke svému kognitivnímu stavu, neboť při mirror terapii je důležitá schopnost soustředění se a aktivní účast pacienta.

Dalším limitem byla značná nesourodost experimentálního souboru. Probandi nebyli vybíráni dle tíže postižení, pro zařazení do studie nebyla brána v potaz ani příčina CMP, stejně tak práce nezohledňuje případnou spasticitu a hybnost postižené končetiny. Také lze považovat za limit stranové postižení, kdy nebylo zohledněno, zda se jedná o dominantní či nedominantní horní končetinu.

Dalším významným limitem práce bylo samotné prostředí, ve kterém zrcadlová terapie probíhala, neboť vzhledem k dalšímu vybavení kineziologické laboratoře nebylo možné zajistit, aby se v zrcadlové ploše neodráželo jiné vybavení místnosti, které mohlo pacienty během terapie rozptylovat.

Pro přesnější hodnocení vlivu zrcadlové terapie by tedy bylo vhodné se těchto limitů co nejvíce vyvarovat, tedy vytvořit více homogenní soubor probandů, navýšit počet probandů ve studii, lépe upravit prostředí pro terapii. V diplomové práci byla měřena a hodnocena svalová aktivita u dvou antagonistických svalů předloktí při flexi a extenzi zápěstí, což lze také

považovat za limit této práce. Je tedy možné, že při snímání jiných svalů, větší skupiny svalů nebo více pohybových situací by se výsledky práce lišily.

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo zhodnotit okamžitý efekt zrcadlové terapie horní končetiny u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě. Pro ověření výsledků terapie byla provedena povrchová elektromyografie svalů m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis při flekčně-extenčním pohybu zápěstí, měření probíhalo během jedné terapeutické jednotky.

Srovnávali jsme klidovou aktivitu před terapií a během terapie, volní aktivitu před terapií a během terapie a volní aktivitu před terapií a po terapii. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl při srovnání klidové aktivity před terapií a během terapie. Z ostatních měření byl signifikantní rozdíl v jedné z osmi hodnocených situací.

Na základě výsledků práce lze říci, že cíl práce byl splněn, bylo potvrzeno, že během zrcadlové terapie dochází ke změně svalové aktivity, a to jak klidové, tak volní. Z výsledků práce nevyplývá jasný vliv mirror terapie, u některých pacientů se během terapie svalová aktivita snížila, u některých tomu bylo naopak. Toto zjištění je v rámci práce diskutováno výše.

Výsledky diplomové práce jsou také zatíženy uvedenými limity, které by pro dosažení přesnějších výsledků bylo vhodné ještě více omezit. I přes tyto limity práce přinesla jistě zajímavé výsledky, které mohou přispět k úvaze, zda je vhodné mirror terapii zařadit v rámci rehabilitačního přístupu u pacientů s centrální hemiparézou horní končetiny.

Zrcadlová terapie je jednoduše aplikovatelná, bezpečná a levná terapie, kterou lze provádět vsedě, a to jak u hospitalizovaných pacientů, tak v domácích podmínkách (Louie et al., 2019).

Po zácvičku pacienta zároveň není během terapie nutná přítomnost terapeuta, pacient může terapii provádět samostatně a tedy i častěji, nad rámec terapeutického sezení. I když zrcadlovou terapii řadíme mezi novější terapeutické postupy, je již dobře známá v mezinárodním měřítku a využívá se stále častěji, vznikají také stále nové studie, které se snaží ověřit výsledky mirror terapie u různých diagnóz i v různém stádiu nemoci. Rajendran et al. (2021) uvádějí, že je složité zobecnit účinnost zrcadlové terapie, neboť je v různých studiích terapie často kombinována s dalšími terapeutickými přístupy, případně s farmakologickou léčbou, navíc na různých vzorcích pacientů. Proto bylo cílem této práce ověřit efekt zrcadlové terapie přímo, během jedné terapeutické jednotky, bez vlivu dalších faktorů.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- 1) AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 7. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
- 2) ANTOLÍKOVÁ, Viktorie. Aktivita svalstva paretické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě při využití zrcadlové terapie. Olomouc, 2018. diplomová práce (Mgr.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Fakulta zdravotnických věd
- 3) ARYA, Kamal Narayan. Underlying neural mechanisms of mirror therapy: Implications for motor rehabilitation in stroke. *Neurology India* [online]. 2016, **64**(1) [cit. 2023-01-31]. ISSN 0028-3886. Dostupné z: doi:10.4103/0028-3886.173622
- 4) BHASIN, A., SRIVASTAVA, M. V., KUMARAN, S., S., et al. 2012. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: A functional magnetic resonance imaging study. *Neurology India*. 2012, roč. 60, č. 6, s. 570—576. ISSN: 0028-3886.
- 5) BRUTHANS, J. 2010. Epidemiologie cévních mozkových příhod [on-line]. *Medical Tribune*. [cit. 19.12.2013]. ISSN: 1214-8911. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/20217-epidemiologie-cevnich-mozkovych-prihod>.
- 6) FUKUMURA, K, SUGAWARA, K, TANABE, S., et al. 2007. Influence of mirror therapy on human motor cortex. *The International journal of neuroscience*. 2007, roč. 37, s. 1039—1048. ISSN: 1563-5279.
- 7) FUNASE, K., TABIRA, T., HIGASHI, T., et al. 2007. Increased corticospinal excitability during direct observation of self-movement and indirect observation with a mirror box. *Neuroscience letters*. 2007, roč. 29, s. 108—112. ISSN: 0167-6253.
- 8) GANDHI, D., STERBA, A., KHATTER, H., D PANDIAN, J. Mirror Therapy in Stroke Rehabilitation: Current Perspectives. *Therapeutics and Clinical Risk Management* [online]. 2020, **16**, 75-85 [cit. 2023-07-19]. ISSN 1178-203X. Dostupné z: doi:10.2147/TCRM.S206883
- 9) HARRISON-BEARD, CH. 2011. Effectiveness of Mirror Therapy in Recovery of Functional Movement after Stroke. *Pacific University. Physical Function CATs*. 2011. Paper 30. Dostupné z: [commons.pacificu.edu/otpf/30](https://commons.pacificu.edu/otpf/30).
- 10) HERZIG, Roman. *Ischemické cévní mozkové příhody: průvodce ošetřujícího lékaře*. 2. vyd. Praha: Maxdorf, c2014. Farmakoterapie pro praxi. ISBN 978-80-7345-373-2.

- 11) CHAN, B. L., WITT, R., CHARROW, A. P. et al. 2007. Mirror Therapy for Phantom Limb Pain. *The New England Journal of Medicine*. 2007, roč. 357, č. 21, s. 206—207. ISSN: 1533-4406.
- 12) CHAUDHARI, Rohini T., Seeta DEVI a Dipali DUMBRE. Effectiveness of Mirror Therapy on Upper Extremity Functioning among Stroke Patients. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy - An International Journal* [online]. 2019, **13**(1) [cit. 2023-07-25]. ISSN 0973-5666. Dostupné z: doi:10.5958/0973-5674.2019.00026.1
- 13) INVERNIZZI, M., NEGRINI, S., CARDA, S., LANZOTTI, L., CISARI, C., & BARICICH, A. (2013). The value of adding mirror therapy for upper limb motor recovery of subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013, 49(3), p. 311–317.
- 14) JANČÍKOVÁ, V., KONEČNÝ, P., HORÁK, S. Zrcadlová terapie a její využití v neurorehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2018, roč. 25, č. 4, s. 139 – 142. ISSN: 1211-2658
- 15) KALVACH, Pavel. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2765-3.
- 16) KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
- 17) KROBOT, Alois a Barbora KOLÁŘOVÁ. 2011. Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci. 1. vyd. Olomouc, 2011, 82 s. ISBN 978-802-4427-621.
- 18) LEE, M., CHO, H., SONG CH. 2012. The Mirror Therapy Program Enhances Upper-Limb Motor Recovery and Motor Function in Acute Stroke Patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2012, roč. 91, č. 8, s. 689—700. ISSN: 1537-7385.
- 19) LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. 2015. Rehabilitace po náhlé cévní mozkové příhodě. Praha: Galén. ISBN: 978-80-7492-225-1.
- 20) LUO, Zhonghua, Yuqing ZHOU, He HE, et al. Synergistic Effect of Combined Mirror Therapy on Upper Extremity in Patients With Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology* [online]. 2020, **11** [cit. 2023-01-31]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2020.00155

- 21) LOUIE, D. R., LIM, S. B., ENG, J. J. 2019. The Efficacy of Lower Extremity Mirror Therapy for Improving Balance, Gait, and Motor Function Poststroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. **28**(1), 107-120. ISSN 10523057. Dostupné z: doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.09.017
- 22) NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Jiří TICHÝ a Evžen RŮŽIČKA. *Neurologie*. Praha: Galén, c2002. ISBN 80-246-0502-3.
- 23) RADAJEWSKA, A., OPARA, J. A., BILIŃSKI, G., KACZOROWSKA, A., NAWRAT-SZOŁTYSIK, A., KUCIŃSKA, A., LEPSY, E. 2017. Effectiveness of Mirror Therapy for Subacute Stroke in Relation to Chosen Factors. *Rehabilitation Nursing* [online]. **42**(4), 223-229. ISSN 0278-4807. Dostupné z: doi:10.1002/rmj.275
- 24) RAJENDRAN, V., JEEVANANTHAM, D., LARIVIÈRE, C. SINGH, R., ZEMAN, L., PAPURI, P. 2021. Effectiveness of self-administered mirror therapy on upper extremity impairments and function of acute stroke patients: study protocol. *Trials* [online]. 2021, **22**(1). ISSN 1745-6215. Dostupné z: doi:10.1186/s13063-021-05380-9
- 25) SELLES, R. W., MICHELSEN, M. E., BUSSMANN, J. B. J., STAM, H. J., HURKMANS, H. L., HEIJNEN, I., DE GROOT, D., & RIBBERS, G. M. (2014). Effects of a mirror-induced visual illusion on a reaching task in stroke patients: implications for mirror therapy training. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, **28**(7), 652–659. <https://doi.org/10.1177/1545968314521005>
- 26) ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana. Mechanizmy spasticity a její hodnocení. Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie. 2013, **76**(3), 267-280. ISSN 1210-7859. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2013-39/mechanizmy-spasticity-a-jeji-hodnoceni-40575>
- 27) THIEME, H., BAYN, M., WURG, M. et al. 2012. Mirror Therapy for patients with severe arm paresthesia after stroke – a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2012, roč. 27, č. 4, s. 314—324. ISSN: 1477-0873.
- 28) TOUZALIN-CHRETIEN, P., DUFOUR, A. 2008. Motor cortex activation induced by a mirror: evidence from lateralized readiness potentials. *Journal of neurophysiology*. 2008, roč. 70, č. 100, s. 19—23. ISSN: 1522-1598.

- 29) MARGRETT, Choppala Mary, P. R. Sri THULASI, P. Kiran PRAKASH, Patchava APPARAO, Ganapathi Swamy CHINTADA a Brundha TANAVARAPU. A Comparative Study on Mirror Therapy and Motor Imagery on Improving Gait in Post Stroke Subjects. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy - An International Journal* [online]. 2019, **13**(2) [cit. 2023-01-31]. ISSN 0973-5666. Dostupné z: doi:10.5958/0973-5674.2019.00039.X
- 30) PILSOVÁ, Zuzana, UHLÍŘOVÁ J., ŠVESTKOVÁ O. 2017. Vliv funkční elektrické stimulace na motoriku ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě - preklinická studie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství: Rehabilitation and physical medicine*. Praha: Česká lékařská společnost J.E.Purkyně, 1994-. ISSN 1211-2658.
- 31) RAJAPPAN, R., ABUDAHEER, S., SELVAGANAPATHY, K., & GOKANADASON, D. (2015). Effect of mirror therapy on hemiparetic upper extremity in subacute stroke patients. *International Journal of Physiotherapy*, 2(6), 1041–1046. Dostupné z: [doi.org/10.15621/ijphy/2015/v2i6/80766](https://doi.org/10.15621/ijphy/2015/v2i6/80766)
- 32) TICHÝ, Jiří. *Neurologie*. 2. dopl. vyd. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-750-x.
- 33) WABERŽINEK, Gerhard a Dagmar KRAJÍČKOVÁ. *Základy speciální neurologie*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1020-5.

## SEZNAM ZKRATEK

<b>a.</b>	arteria
<b>aa.</b>	arteriae
<b>CMP</b>	cévní mozková příhoda
<b>č.</b>	číslo
<b>EMG</b>	elektromyografie
<b>FN</b>	fakultní nemocnice
<b>HK</b>	horní končetina
<b>m.</b>	musculus
<b>MN</b>	mirror neuron
<b>MT</b>	mirror terapie
<b>SEMG</b>	surface-electro-myo-graphy



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zrcadlová terapie (Jančíková, 2018)	11
Obrázek 2: Graf k hypotéze $H_01$	35
Obrázek 3: Graf k hypotéze $H_02$	36
Obrázek 4: Graf k hypotéze $H_03$	37
Obrázek 5: Graf k hypotéze $H_04$	37
Obrázek 6: Graf k hypotéze $H_05$	39
Obrázek 7: Graf k hypotéze $H_06$	40
Obrázek 8: Graf k hypotéze $H_07$	40
Obrázek 9: Graf k hypotéze $H_08$	41
Obrázek 10: Graf k hypotéze $H_09$	42
Obrázek 11: Graf k hypotéze $H_010$	43
Obrázek 12: Graf k hypotéze $H_011$	43
Obrázek 13: Graf k hypotéze $H_012$	44
Obrázek 14: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_01$	61
Obrázek 15: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_02$	61
Obrázek 16: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_03$	62
Obrázek 17: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_04$	62
Obrázek 18: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_05$	63
Obrázek 19: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_06$	63
Obrázek 20: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_07$	64
Obrázek 21: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_08$	64
Obrázek 22: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_09$	65
Obrázek 23: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_010$	65
Obrázek 24: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_011$	66
Obrázek 25: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze $H_012$	66

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Charakteristika sledovaného souboru pacientů	31
Tabulka 2: Výsledky k vědecké otázce č. 1	38
Tabulka 3: Výsledky k vědecké otázce č. 2	41
Tabulka 4: Výsledky k vědecké otázce č. 3	44

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Informovaný souhlas

Příloha 2: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k jednotlivým hypotézám

## Informovaný souhlas

pro výzkumný projekt: Diplomová práce - Účinek zrcadlové terapie na změnu EMG aktivity svalstva horní končetiny u pacientů s hemiparézou

období realizace: 11/2014 – 5/2015

řešitelé projektu: Bc. Veronika Štěrbová, Mgr. Petra Bastlová, Ph.D

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás s žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je ověření účinku zrcadlové terapie u pacientů po cévní mozkové příhodě pomocí povrchové elektromyografie. Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném projektu. Řešitelka projektu mne informovala o podstatě výzkumu a seznámila mne s cíli, metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na projektu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou 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 za 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 projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží moje osoba a druhý řešitel projektu.

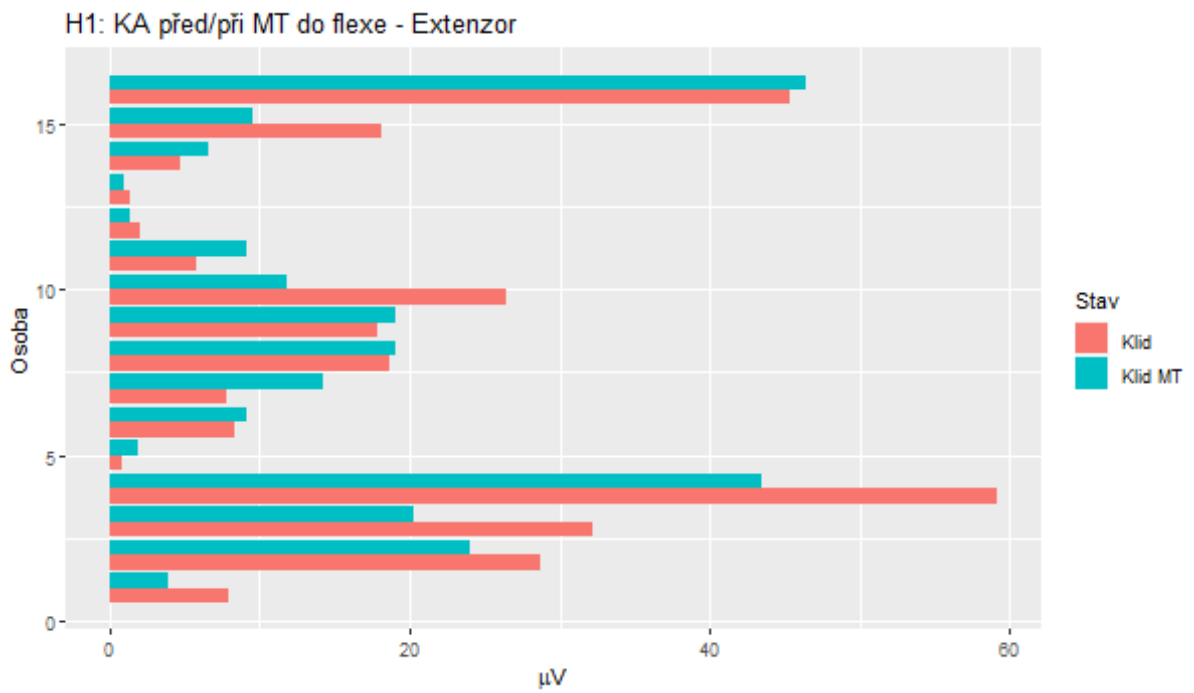
Zároveň souhlasím s pořízením obrazové dokumentace a jejím využitím pouze pro účely této diplomové práce.                      **ANO**        **NE**

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:                      Bc. Veronika Štěrbová

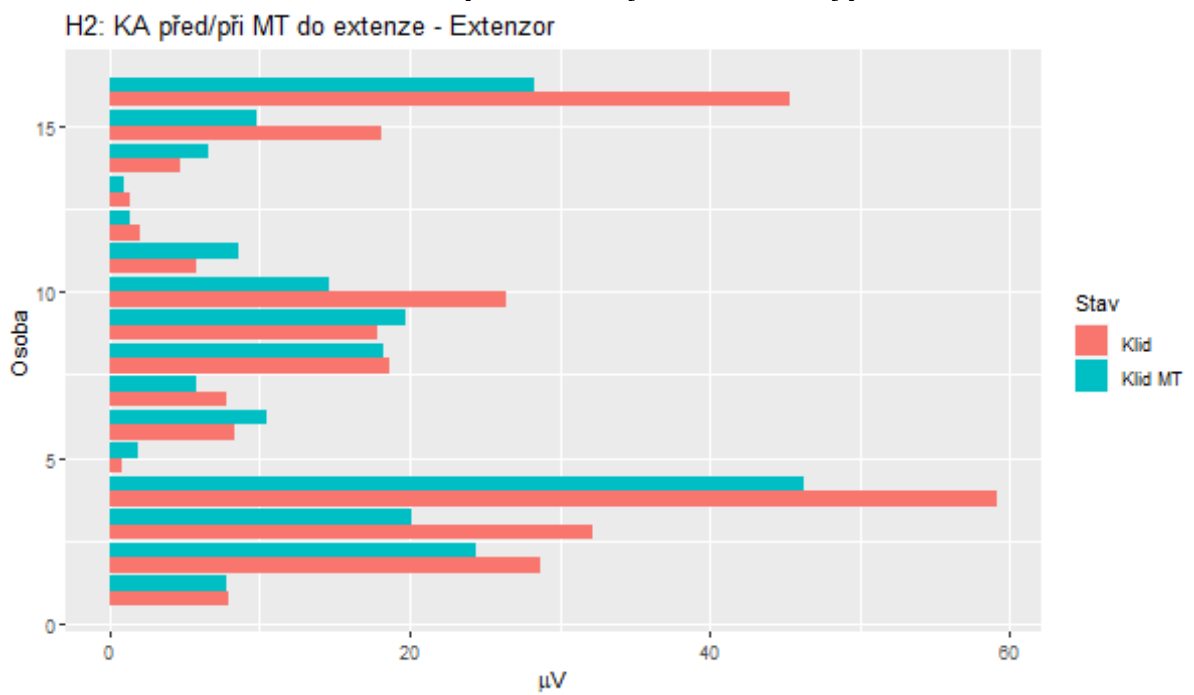
V Olomouci dne:

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu:

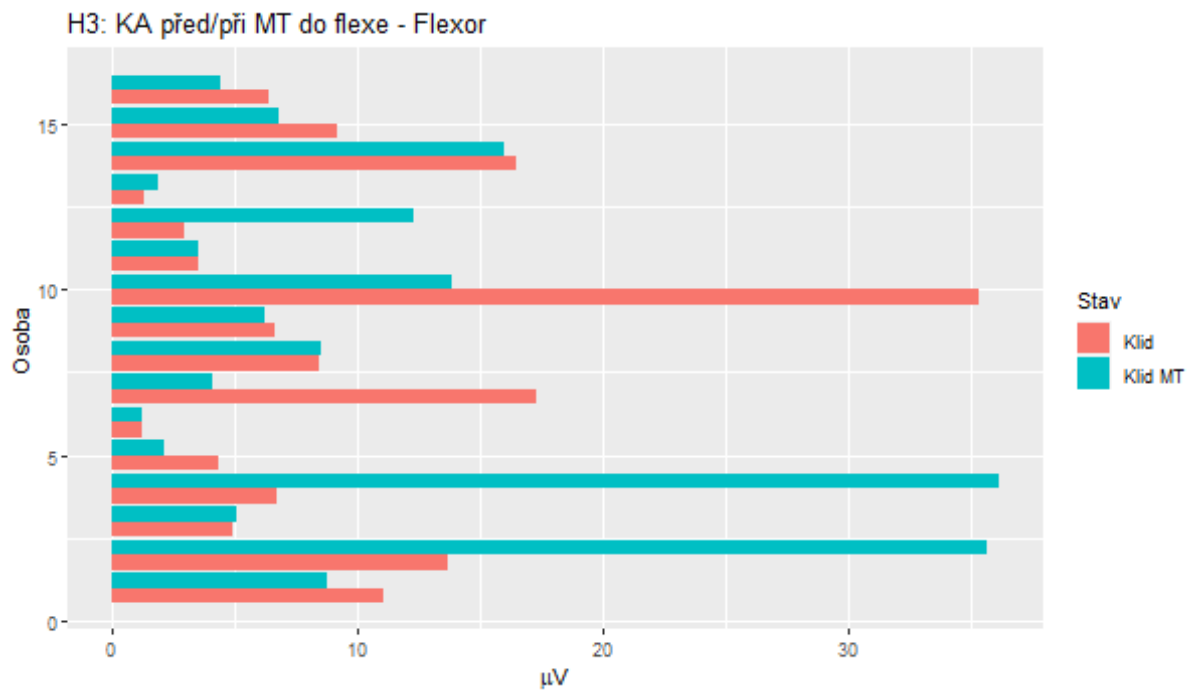
V Olomouci dne:



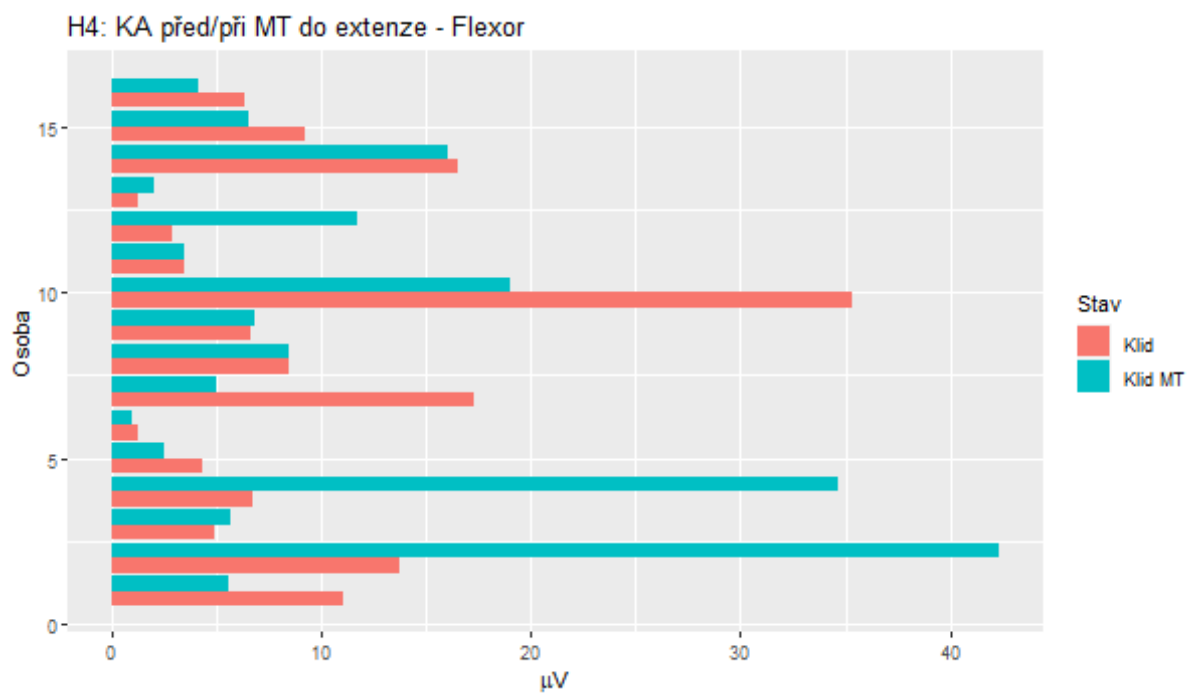
**Obrázek 14: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>01</sub>**



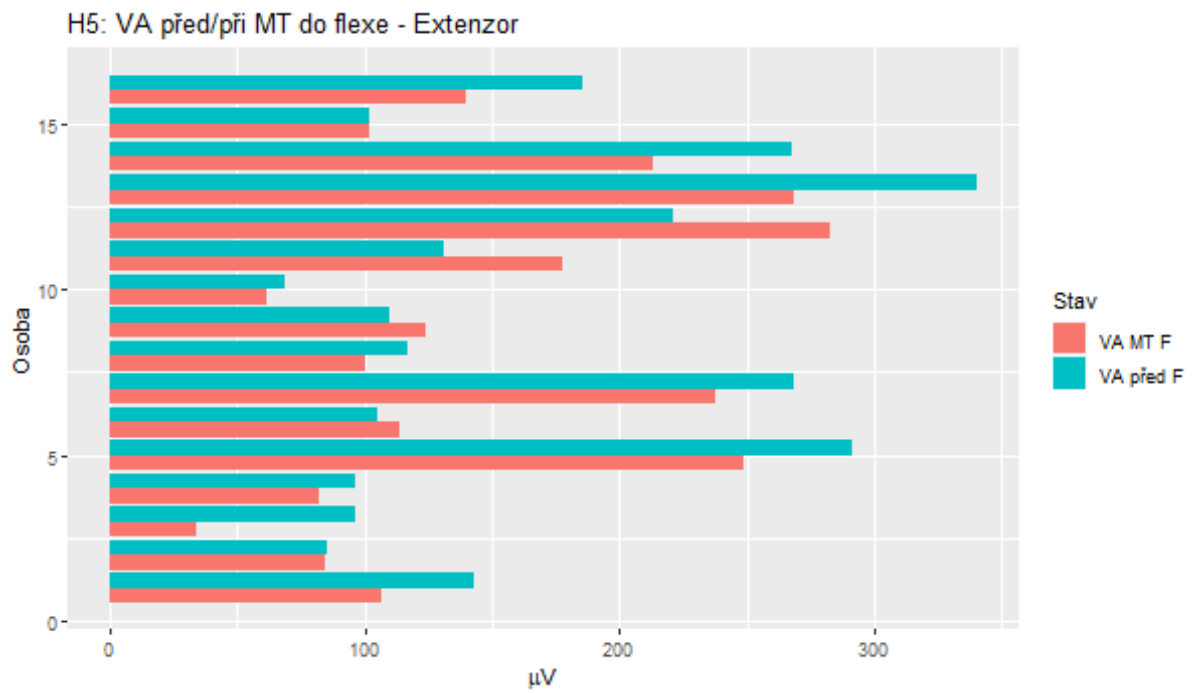
**Obrázek 15: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>02</sub>**



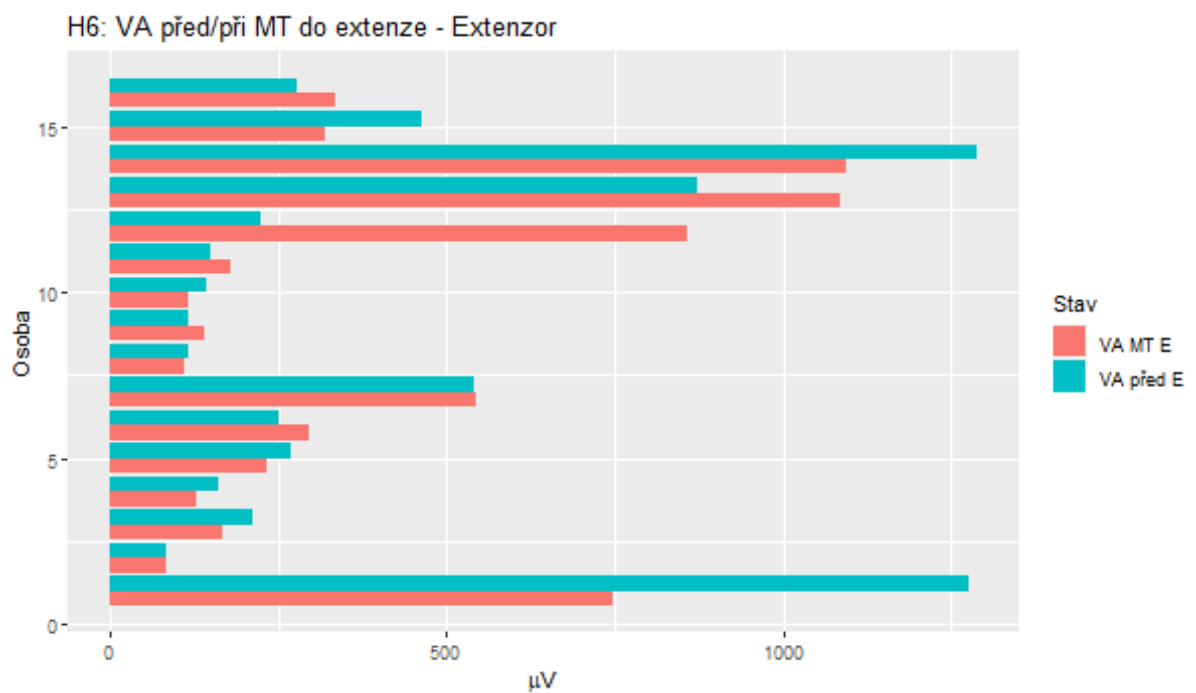
Obrázek 16: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>03</sub>



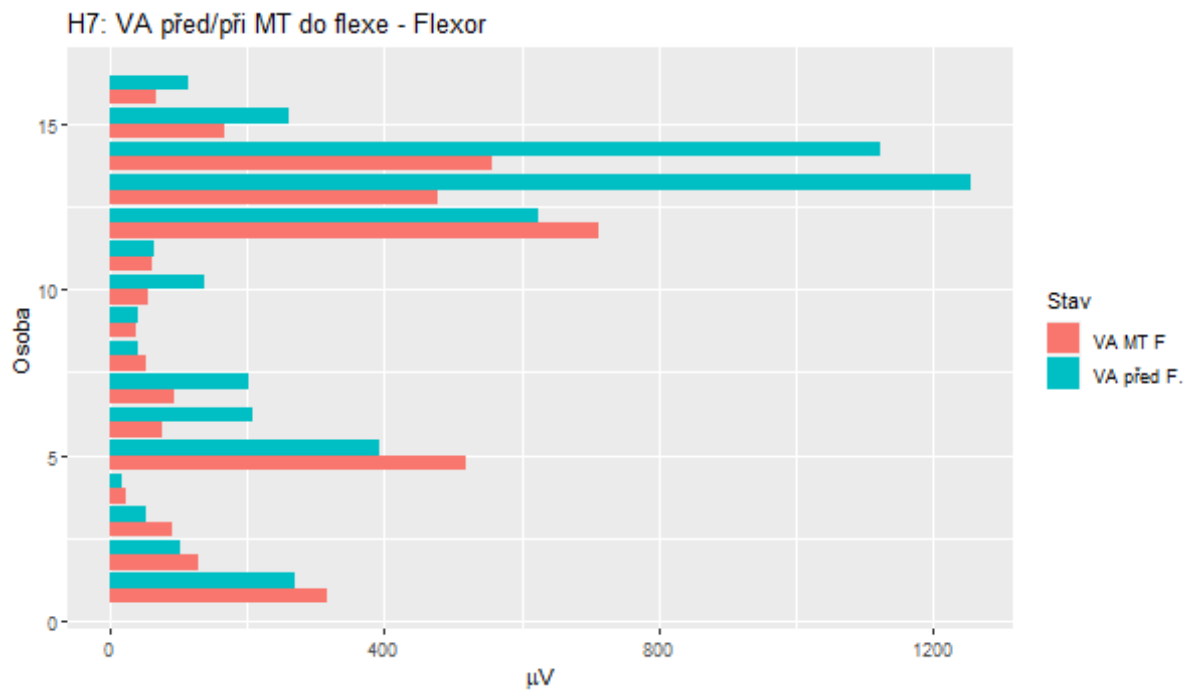
Obrázek 17: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>04</sub>



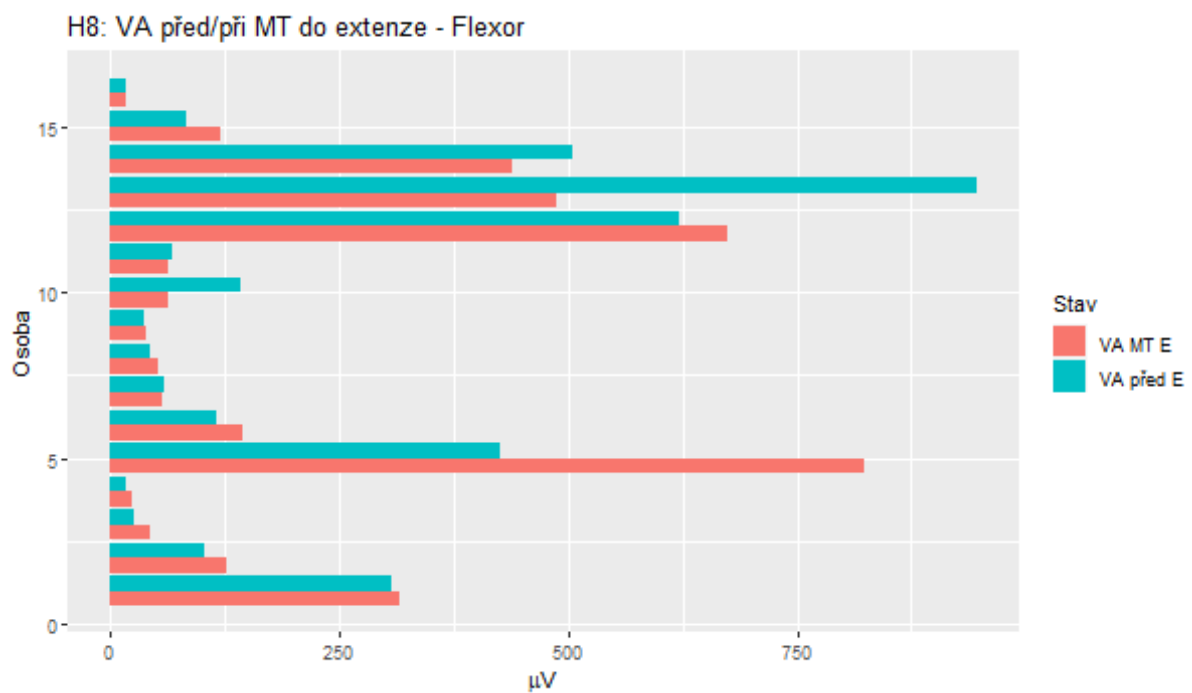
Obrázek 18: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>05</sub>



Obrázek 19: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>06</sub>

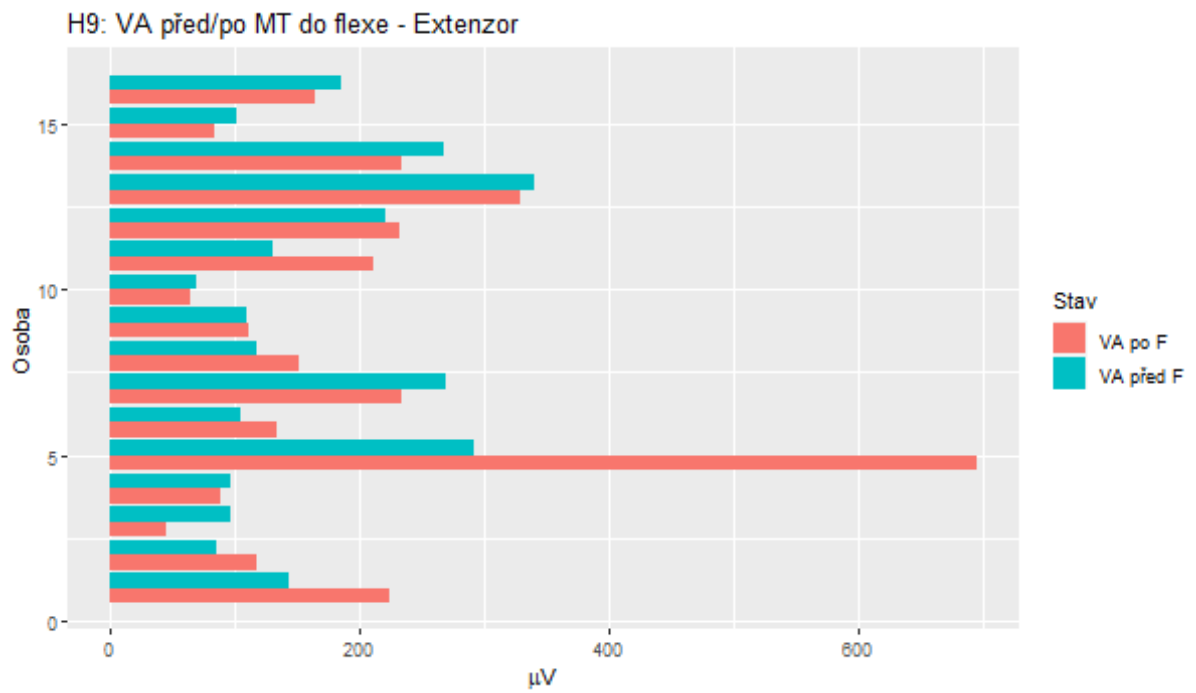


Obrázek 20: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>07</sub>

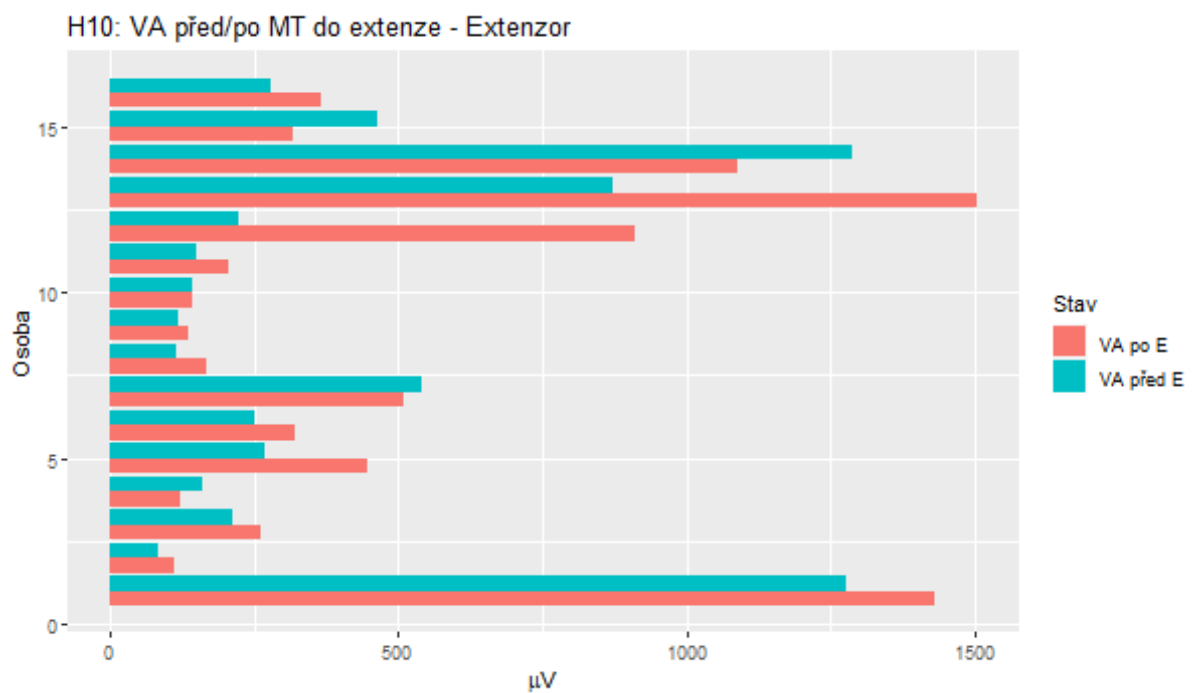


Obrázek 21: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>08</sub>

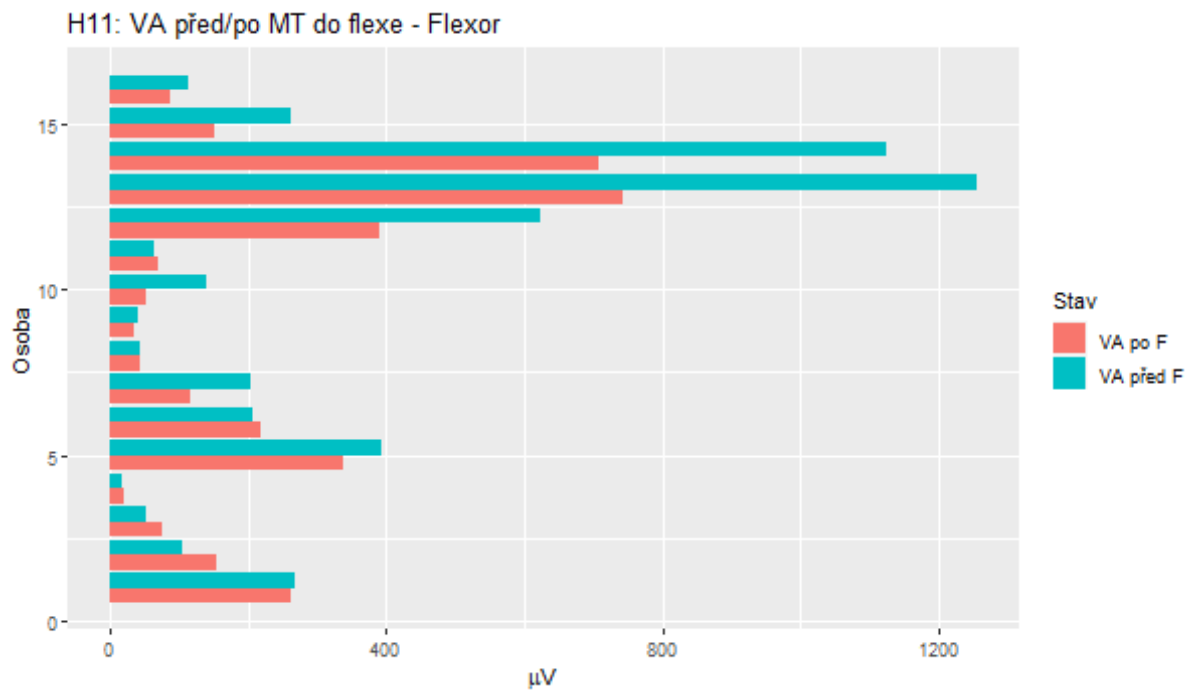




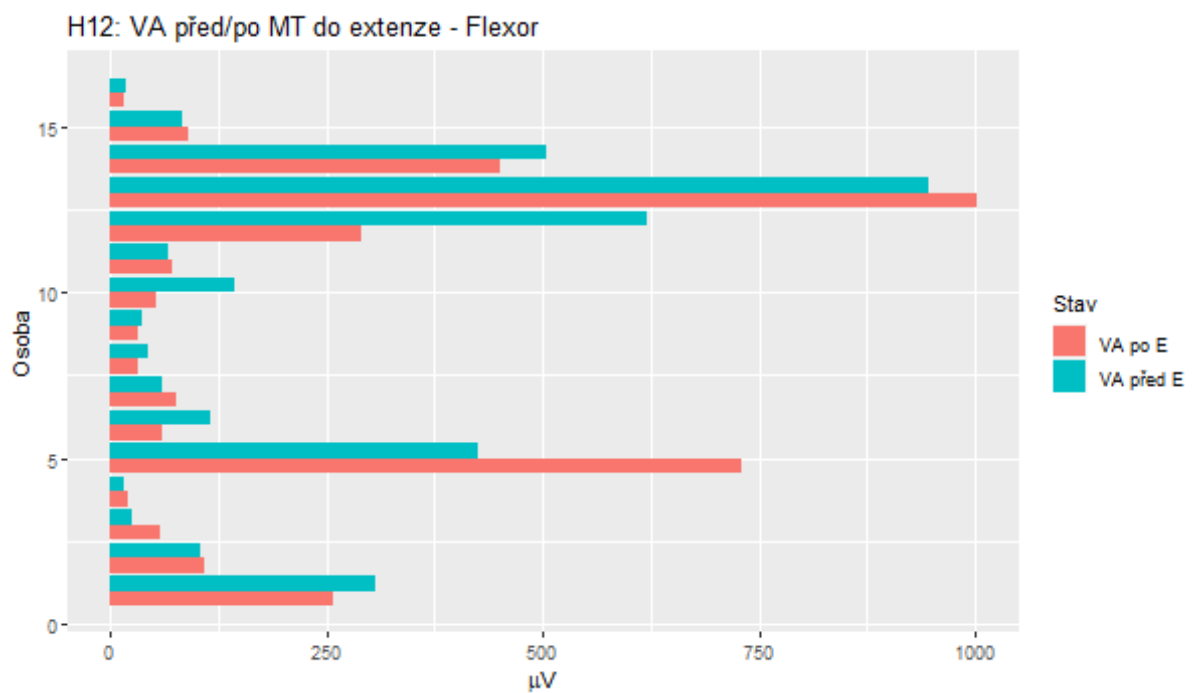
Obrázek 22: Grafické znázornění porovnaných hodnot k hypotéze H<sub>09</sub>



Obrázek 23: Grafické znázornění porovnaných hodnot k hypotéze H<sub>010</sub>



Obrázek 24: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>0</sub>11



Obrázek 25: Grafické znázornění porovnávaných hodnot k hypotéze H<sub>0</sub>12