

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Bc. Viktorie Antolíkova

**Aktivita svalstva paretické horní končetiny u pacientů po cévní
mozkové příhodě při využití zrcadlové terapie**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.

Olomouc 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením paní Mgr. et Mgr. Petry Bastlové, Ph.D. a v referenčním seznamu uvedla všechny použité bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne 15.5.2018

Podpis

Poděkování

Děkuji paní Mgr. et Mgr. Petře Bastlové, Ph.D. za vstřícnost, odborné vedení a cenné rady, které mi poskytla při zpracování mé diplomové práce. Ráda bych také poděkovala paní Mgr. Dagmar Tečové za pomoc při zpracování statistických údajů a dále personálu Fakultní nemocnice Olomouc za pomoc a ochotu při realizaci výzkumného měření.

V neposlední řadě velmi děkuji své rodině a blízkým za podporu během celého studia.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Diplomová

Název práce: Aktivita svalstva paretické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě při využití zrcadlové terapie

Název práce v AJ: The muscle activity of paretic upper extremity in patients after stroke using mirror therapy

Datum zadání: 2016-10-20

Datum odevzdání: 2018-05-15

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

Autor práce: Bc. Viktorie Antolíková

Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Hana Měrková

Abstrakt v ČJ:

Úvod: Zrcadlová terapie (ZT) je jednou z recentních metod využívaných v rámci komplexní terapie paretické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě. Při této terapii jsou pohyby zdravé končetiny vnímány jako pohyby končetiny paretické.

Cíl: Objektivizace změny svalové aktivity paretické horní končetiny (HK) u pacientů po CMP v situacích alterace zrakové kontroly pohybu včetně principu ZT pomocí metody povrchové elektromyografie (pEMG).

Metodika: Experimentální soubor probandů tvořilo 14 pacientů po CMP s následkem různě závažného stupně parézy HK. V rámci jednoho sezení byla měřena aktivita vybraných svalů předloktí paretické HK při bilaterálním provádění stanovených pohybů ve třech variantách měření dle typu vizuální zpětné vazby – s přímou z postižené končetiny, se zrcadlovou z nepostižené končetiny (princip ZT) a s vyloučením vizuální zpětné vazby. Před pEMG měřením byli pacienti otestováni pomocí testů ARAT, MMSE, orientačně byla ohodnocena míra spasticity HK pomocí MAS.

Výsledky: Hodnoty svalové aktivity se v situacích alterace zrakové kontroly pohybu liší. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn mezi variantami s přímou vizuální zpětnou vazbou z paretické HK a zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené HK v neprospěch varianty

na principu ZT, a to pro sval m. flexor carpi radialis pro pohyby palmární flexe-dorzální flexe a špetka.

Závěr: Při bezprostřední aplikaci ZT dochází ke změně svalové aktivity předloktí paretické HK – svalová aktivita je během této varianty nižší při porovnání se zbývajícími dvěma variantami.

Abstrakt v AJ:

Introduction: Mirror therapy is one of the current methods used within the complex therapy of paretic arm in stroke patients. During this therapy, the movements of the unaffected arm are perceived as movements of the affected arm.

Aim: Objectivization of the change in muscular activity of the paretic arm in stroke patients in the situations of alteration of visual control of movement including the principle of mirror therapy by surface electromyography (sEMG).

Methods: One experimental set of probands was created – 14 patients after stroke resulting in varying degree of upper limb paresis. Within one session, the activity of selected muscles of the forearm of the paretic arm was measured during the bilateral execution of the determined movements in three variants of the measurement according to the type of visual feedback – direct from the affected limb, the mirrored from the non-affected arm (MT principle) and with the exclusion of the visual feedback. Prior to sEMG assessment, probands were tested using ARAT and MMSE tests, and the degree of spasticity was assessed using MAS.

Results: The muscle activity values differ in situations of the alteration of visual control of the movement. A statistically significant difference was found between the variants with the direct visual feedback from the paretic arm and the mirror visual feedback from the non-affected arm, to the disadvantage of the MT principle for the flexor carpi radialis muscle for the movements palmar flexion–dorsal flexion and the pinch.

Conclusion: The immediate application of MT leads to a change in the muscular activity of the forearm of the paretic arm – the muscle activity is lower during this variant when compared to the remaining two variants.

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

Klíčová slova v AJ: hemiparesis, stroke, upper extremity/limb, mirror therapy, surface electromyography (sEMG)

Rozsah: 77 stran včetně 10 stran příloh

OBSAH

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	10
1.1 Cévní mozková příhoda	10
1.1.1 Projevy CMP	10
1.1.2 Centrálně paretická horní končetina	10
1.2 Zrcadlová terapie	12
1.2.1 Neurofyziologický podklad ZT	13
1.2.2 Praktické provedení ZT	15
1.3 ZT v terapii CMP	17
1.4 Další indikace metody ZT	18
1.4.1 Komplexní regionální bolestivý syndrom (KRBS)	19
1.4.2 Fantomové bolesti.....	19
1.4.3 Parkinsonova nemoc	19
1.4.4 Dětská mozková obrna (DMO)	20
1.4.5 Neglect syndrom.....	20
1.5 Možnosti hodnocení efektu ZT na horní končetinu.....	21
1.5.1 Motorické testy, škály, dotazníky.....	21
1.5.2 Přístrojové hodnotící metody.....	23
1.6 Současné trendy v terapii paretické horní končetiny.....	24
1.6.1 Constraint Induced Movement Therapy	25
1.6.2 Bilateral Arm Training	26
1.6.3 Robotická terapie	26
1.6.4 Virtuální realita	27
1.6.5 Mentální trénink – cvičení v představě.....	27
2 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA, HYPOTÉZY	28
2.1. Cíl výzkumu.....	28
2.2 Výzkumná otázka	28
2.2.1 Hypotézy k výzkumné otázce	28
3 METODIKA VÝZKUMU	30
3.1 Charakteristika souboru	30
3.2 Podmínky měření.....	30
3.3 Výzkumná metoda	30

3.4	Postup měření	31
3.5	Průběh vlastního EMG měření	32
3.6	Úprava signálu a analýza dat	33
3.7	Statistické vyhodnocení dat	33
4	VÝSLEDKY.....	35
4.1	Výsledky k výzkumné otázce	35
4.1.1	Výsledky k H1	35
4.1.2	Výsledky k H2	38
4.1.3	Výsledky k H3	39
5	DISKUZE.....	42
5.1	Diskuze k výzkumné otázce	42
5.1.1	Diskuze k H1	43
5.1.2	Diskuze k H2	46
5.1.3	Diskuze k H3	47
5.2	Diskuze k výzkumné metodě.....	48
5.3	Limity práce.....	49
5.4	Východiska pro praxi.....	50
	ZÁVĚR.....	52
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	53
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	66
	SEZNAM PŘÍLOH	67
	PŘÍLOHY	68

ÚVOD

Cévní mozková příhoda (CMP) je velice závažnou zdravotní komplikací stále větší části stárnoucí populace a je tedy značným medicínským, sociálním a ekonomickým problémem, který je dán jak celospolečenským dopadem následků onemocnění, tak následnou ztrátou produktivity jedince. Snahou posledních let je co nejlepší prevence následků tohoto onemocnění a jeho léčba s využitím nových poznatků a výsledků rozsáhlých celosvětových studií.

Jedním z nejčastějších a zároveň nejvíce devastujících následků CMP je paréza horní končetiny (HK). Redukovaná schopnost paretické HK provádět funkční pohyby (např. dosah, úchop a manipulace s objektem) vede k obtížím při vykonávání aktivit každodenního života a omezuje možnost participace jedince ve společnosti. V rámci léčby paretické HK v důsledku CMP má nezastupitelnou roli intenzivní rehabilitace (RHB). Kombinací různých přístupů s využitím efektivních terapeutických strategií se snaží o návrat funkce končetiny v co nejvyšší míře, zlepšení celkového stavu končetin a tím zvýšení míry funkční nezávislosti a soběstačnosti při běžných činnostech života (Radajewska et al., 2016, p. 1). Absence rehabilitační terapie po poškození motorického kortexu v oblasti zodpovědné za inervaci končetiny vede k výrazným a pro obnovení její funkce negativním změnám korové reprezentace. Volba rehabilitační metody je cílená a odvíjí se od míry postižení, reparačních schopností postižené struktury, aktuálně dosahovaných cílů a v neposlední řadě také od kognitivních i percepčních schopností pacienta (Doussoulin et al., 2017).

Optimální terapeutická strategie by v případě parézy HK měla být zaměřena na povzbuzování pacientů k opakovanému, cílově orientovanému tréninku s odpovídající zpětnou vazbou provedení. Pro tyto účely je v rámci léčby možné využít množství různých způsobů vizuální zpětné vazby. Jedním z nich je právě zrcadlová vizuální zpětná vazba na bázi metody ZT (Radajewska et al., 2016, p. 1). Při této metodě jsou díky interakci mnoha vstupů pohyby jedné končetiny vnímány jako pohyby končetiny opačné, a tím je aktivita afektované končetiny stimulována.

Cílem práce bylo zhodnocení změny svalové aktivity paretické horní končetiny u pacientů po CMP v situacích alterace zrakové kontroly pohybu včetně principu zrcadlové terapie, a její objektivizace pomocí metody povrchové elektromyografie.

V úvodu teoretické části práce jsou stručně uvedeny charakteristiky paretické horní končetiny. Další část zpracovává poznatky týkající se samotné metody zrcadlové terapie – přibližuje neurofyziologickou podstatu a možné mechanismy jejího účinku, ukazuje strategie

jejího praktického provedení a podává informace o dalších možnostech jejího využití v klinické rehabilitační praxi. V závěru teoretické části je uveden přehled dalších fyzioterapeutických technik, využívaných v rehabilitaci paretické horní končetiny u pacientů po CMP, a jejich efektivitu. V experimentální části práce je prakticky zkoumán okamžitý efekt principu zrcadlové terapie na aktivitu svalstva předloktí paretické horní končetiny pomocí přístrojové metody povrchové elektromyografie.

Vyhledávání odborných článků a publikací probíhalo v období od ledna 2016 do dubna 2018. Preferovány byly publikace vydané po roce 2005, využity byly také relevantní zdroje staršího data. K vyhledávání byly použity odborné databáze PubMed, EBSCO, Science Direct, Medline a Google Scholar. Klíčovými slovy při vyhledávání relevantních zdrojů informací byly (v různých variantách): hemiparéza, cévní mozková příhoda, horní končetina, zrcadlová terapie, povrchová elektromyografie, a jejich anglické ekvivalenty (hemiparesis, stroke, upper extremity, mirror therapy, surface electromyography). Plné verze vybraných článků byly dostupné prostřednictvím elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého, případně prostřednictvím webu Sci-Hub.

Celkem bylo pro účely práce použito 92 zdrojů, z nichž 81 bylo v cizím jazyce a 11 v jazyce českém. V 12 případech se jednalo o přehledové review.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Cévní mozková příhoda

Klasicky je cévní mozková příhoda (CMP) definována jako neurologický deficit, vznikající na základě akutního fokálního poranění centrálního nervového systému (CNS), způsobeného výhradně cévní příčinou s vyloučením jiného původu (Sacco et al., 2013, pp. 2066–2067).

Podle typu vaskulární příčiny rozlišujeme CMP ischemickou a hemoragickou. Ischemická CMP je způsobena uzavřením mozkové tepny trombem či embolem, případně lokálním snížením průtoku krve mozkem. CMP tohoto typu tvoří přibližně 80 % celkového množství. Příhody hemoragického typu jsou výrazně méně časté (Sacco et al., 2013, p. 2076). Jejich podkladem je spontánní krvácení přímo do tkáně mozku (mozkové krvácení) nebo krvácení subarachnoidální (Bar a Chmelová, 2011, p. 2).

1.1.1 Projevy CMP

Klinické projevy CMP jsou velice různorodé v závislosti na postiženém cévním řečišti a tím afektované části CNS (Hancu, Deacu a Bosoteanu, 2015, p. 151).

Nejčastějším projevem CMP je paréza horní končetiny (HK) (Krakauer, 2005, p. 385), postihující přibližně 85 % pacientů (Invernizzi et al., 2013, p. 311; Mickevičienė et al., 2015, p. 15). Právě závažností tohoto příznaku bývá determinována celková úroveň disability postiženého (Wang et al., 2013, p. 594). Jeho důsledkem dochází k rapidnímu zhoršení funkčnosti končetiny a ve výsledku také ke zhoršení celkové soběstačnosti a sebeobsluhy v rámci aktivit běžného života (Activity of Daily Living – ADL) (Woodson, 1995 in Park et al., 2015, p. 1681; Kelly et al., 2014, p. 25).

Přestože došlo během několika posledních let k výraznému zlepšení péče o pacienty po CMP, následky tohoto onemocnění jsou stále dramatické (Carrasco a Cantalapiedra, 2013, p. 44). Jedná se třetí nejčastější příčinu úmrtí v civilizovaných zemích a zároveň o nejčastější příčinu invalidity v dospělé populaci – přibližně polovina pacientů zůstává po cévní mozkové příhodě s doživotními následky vyjádřenými různou mírou postižení (Dufek, 2002, p. 5; Lippertová-Grünerová, 2015, p. 3).

1.1.2 Centrálně paretická horní končetina

Jak již bylo uvedeno, jedním z nejčastějších následků CMP je motorické postižení horní končetiny – centrální paréza neboli neschopnost cílené a koordinované svalové aktivity

následkem poškození kortikospinálního systému (tzv. syndrom horního motoneuronu). Jedná se o zaštitující termín pro heterogenní stav složený ze snížené svalové síly, poruchy motorické kontroly (snížení amplitudy pohybu cílené motoriky) a spasticity (Krakauer, 2005, p. 385).

Míra motorického výpadku může být různá – od parézy znatelné pouze v poruše jemné motoriky, po kompletní plegii v případě poškození většiny neuronů (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 88). Závažnost tohoto příznaku v prvním měsíci po iktu odráží stupeň poškození způsobeného motorickým korovým oblastem a kortikospinálnímu systému, a zůstává nejdůležitějším prediktorem výsledků terapie (Krakauer, 2005, p. 385).

Kromě parézy horní končetiny zahrnují následky CMP také ztrátu schopnosti izolovaných pohybů (s nástupem patologických synergií) a/nebo změny somatognozie (Lang et al., 2013, p. 1).

Kortikospinální systém je primárním neurálním substrátem pro vykonávání komplexních obratných pohybů, které je jedinec schopen vykonávat horní končetinou. Při jeho poškození dochází k poruchám izolovaných pohybů jedním segmentem nezávisle na segmentech ostatních a pohyby bývají vyjádřeny v rámci patologických synergií. Patologické synergie jsou charakterizovány mimovolním nábojem svalů, na jehož základě se vytváří stereotypní vzorce svalové koaktivace (Simkins et al., 2014, p. 3489). Ty se objevují vždy v místě cílené aktivity, zasahují do oblasti několika kloubů a tím limitují nezávislé pohyby v jednotlivých kloubech. Částečně tyto pohyby probíhají v synergistickém vzoru flexe či extenze, částečně jsou plně automatizovanými šablonami, které brání v obnovení selektivní motoriky (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 88; Krakauer, 2005, p. 387).

Se stupněm závažnosti parézy úzce koreluje jak schopnost provádět izolované pohyby, tak stupeň abnormálního svalového tonu (Lang et al., 2013, p. 3). Po prvotní fázi svalové hypotonie (tzv. pseudochabé období) nastupuje spasticita svalstva a často už během krátké doby se rozvíjí do velmi těžkého stupně, který zabraňuje obnovení a rozvinutí cílené motoriky, s rizikem rychlého rozvoje kontraktur (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 88).

Při poškození somatosenzorických drah a/nebo somatosenzorických korových oblastí v důsledku CMP trpí jedinec redukcí nebo dokonce úplnou ztrátou somatosenzace. Následkem této ztráty je systém schopen hůře monitorovat a korigovat pohyby končetinami. Klinický obraz somatosenzorické ztráty následkem CMP bývá globální, obecně ovlivňující celou polovinu těla (Lang et al., 2013, p. 2). Prokazatelná ztráta propriocepce a/nebo exterocepce v důsledku hemiparézy indikuje sníženou pravděpodobnost zotavení (Krakauer, 2005, p. 388).

Výše uvedené deficity se mohou objevit izolovaně, mnohem častěji se však vyskytují v kombinacích, protože během iktu dojde buď k poškození stejné neurologické struktury

(kortikospinální trakt) nebo k poškození nadřazené struktury (primární motorický a senzorický kortex) (Lang et al., 2013, p. 3).

Dopad závažnosti postižení v důsledku CMP může být snížen pomocí cílených rehabilitačních technik během prvních 6 měsíců po iktu (Krakauer, 2005, p. 385). V rámci rehabilitace centrálně paretické ruky se obecně zaměřujeme na zvýšení svalové síly, zlepšení koordinace pohybu a zejména zlepšení jemné motoriky. Zlepšení funkčnosti horní končetiny, především ruky, je závislé na míře defektů nejen senzomotorických, ale také neuropsychologických – terapie může být ovlivněna poruchami prostorové orientace, afázií, apraxií, agnózií, ztrátou motivace či neglect syndromem. Pro dosažení optimálního výsledku ve smyslu koordinované rehabilitace je tak velmi podstatná úzká spolupráce širšího interdisciplinárního týmu (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 87 a 89).

Hlavními důvody nežádoucí prodloužení terapeutického procesu jsou bolest a spasticita. Není-li intenzivní RHB započata včas, dochází ke kompenzaci funkce paretické končetiny neafektovanou končetinou, čímž dochází k odkladu zlepšování funkce postižené končetiny a zvyšuje se riziko vzniku dalších omezení (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 88–89).

V rehabilitační praxi je široce rozšířeno využití vizuální zpětné vazby za účelem zlepšení účinku terapie. Relativně novým způsobem využití takové zpětné vazby je zrcadlová terapie (Ezendam, Bongers a Jannink, 2009, p. 2135).

1.2 Zrcadlová terapie

Zrcadlová terapie (ZT) představuje jednoduchou, neinvazivní a ekonomicky nenáročnou, avšak velmi cennou terapeutickou metodu. Je založena na konceptu tzv. zrcadlové iluze – fenoménu, při němž zrcadlo poskytuje pacientům vizuální vstup tak, že pohyby jedné končetiny jsou vnímány jako pohyby končetiny opačné (Altschuler et al., 1999, p. 2035; Shih et al., 2017, p. 2), a je vytvářena interakce vizuálních, proprioceptivních a motorických vstupů (Arya et al., 2015, p. 1738). Jedná se o komplexní metodu zahrnující vizuální a kinestetickou zpětnou vazbu během pozorování a vykonávání akce (Deconinck et al., 2015, p. 351).

Poprvé byla technika ZT představena na začátku devadesátých let Ramachandranem a spolupracovníky jako prostředek ke zmírnění fantomových bolestí u pacientů po jednostranné amputaci (Ramachandran a Altschuler, 2009, p. 1693). Na základě pozitivního efektu zrcadlové vizuální zpětné vazby u těchto pacientů začala být ZT využívána jako neurorehabilitační nástroj v terapii dalších skupin pacientů, jejichž přehled bude uveden v dalších částech práce (Deconinck et al., 2015, pp. 349-350; Ezendam, Bongers a Jannink, 2009, p. 2135).

1.2.1 Neurofyziologický podklad ZT

Neuroplasticita

„Plasticita je specifická schopnost nervového systému se zákonitě vyvíjet, reagovat na změny vnitřního i zevního prostředí, případně se jim přizpůsobit, a to za fyziologických i patologických situací“ (Trojan a Pokorný, 1997, p. 668).

Díky neuroplasticitě dochází k příznivým i nepříznivým změnám během vývoje (plasticita evoluční), či při krátkodobé a jednorázové expozici (plasticita reaktivní), dále při dlouhodobém či opakovaném zatěžování (plasticita adaptační), případně při funkční či morfologické obnově neurálních okruhů, které byly poškozeny (plasticita reparační) (Trojan a Pokorný, 1997, p. 669).

V případě poškození jsou popisovány dva typy neuroplasticity: funkční typ – schopnost mozku přesunout funkce z postižené oblasti mozku do oblasti bez postižení; strukturální – schopnost mozku změnit svou fyzickou strukturu skrze učení (Cadman, 2015, p. 14). Reorganizační schopnost mozku a dalších struktur CNS je tedy považována za důležitý mechanismus facilitující obnovu motorických funkcí (Rossini et al., 2003 in Arya et al., 2011, p. 529; Amasyali a Yaliman, 2016, p. 302).

Mozek zasažený iktem má schopnost strukturální i funkční neurální reorganizace v odpovědi na určité senzomotorické zážitky (Arya, 2016, p. 39). Funkci iktem poškozených neuronů přebírají do jisté míry neurony v přilehlé oblasti a zvyšuje se aktivita kontralaterální hemisféry, která dočasně přebírá funkce hemisféry afektované (Green, 2003, p. 1; Cadman, 2015, p. 14). Tento přechodný přesun aktivity do kontralaterální hemisféry indikuje reorganizaci jejích senzoričtých vstupů. Během jednoho až dvou týdnů od prodělání CMP se aktivita začíná přesouvat zpět do afektované hemisféry, kde funkce poškozených oblastí přebírají perilesionální oblasti neafektované (Fujii a Nakada, 2003, p. 72). Úroveň funkcí přesunutých zpět do postižené hemisféry pravděpodobně koreluje s úrovní obnovy behaviorálních funkcí jedince (Cramer, 2008, p. 275; Krakauer, 2012, p. 925).

Neuroplasticita se může projevit na rozličných úrovních ve formě změny syntézy neurotrofických faktorů pocházejících z mozku, synaptogeneze, excitace a reprezentace korových buněk, a motorického chování (Stein et al., 2009 in Arya, 2016, p. 39). Funkční obnova po CMP je podtržena strukturálními změnami v mozku, jakými jsou: sprouting nových dendritů a axonů (primárně v perilesionálním kortexu, ale také v oblastech od léze vzdálených), synaptogeneze (od 3. dne po CMP s maximem v 7–14 dnech po iktu) a angiogeneze (s následkem vývoje kolaterál k zásobení postižené oblasti) (Coleman et al., 2017, p. 2; Lippertová-Grünerová, 2015, p. 10; Krakauer, 2005, p. 389).

Na principu neuroplasticity mozku bylo vyvinuto mnoho terapeutických neinvazivních technik za účelem podpoření obnovy motorických funkcí. Mezi tyto metody patří například „terapie nuceného užívání“ (Constraint Induced Movement Therapy – CIMT), robotická terapie, virtuální trénink nebo právě metoda zrcadlové terapie (Arya, 2016, p. 39).

ZT neurofyziologicky stimuluje motorické učení, kortikální reorganizaci a plasticitu premotorického kortexu spojenou se zlepšením motoriky. Podporuje také interhemisferální komunikaci, vyrovnává aktivitu obou hemisfér a navozuje rovnováhu mezi oblastmi motorické kůry (Arya et al., 2015, p. 1739; Arya 2016, p. 43). Změna rovnováhy kortikální excitability je jedním z nejdůležitějších neurofyziologických mechanismů, jež jsou podkladem pro obnovu motorických funkcí poškozených mozkovou lézí (Takeuchi a Izumi, 2013 in Kumru et al., 2016, p. 1).

Zpětná vazba končetiny vykonávající motorický úkol pravděpodobně moduluje excitabilitu jak ipsilaterální, tak kontralaterální primární motorické oblasti (Deconinck et al., 2015, p. 353) a navozuje aktivitu kortikálních a subkortikálních oblastí, které se podílejí na integraci vizuálních a proprioceptivních vstupů. Právě korekce nesouladu vizuálních, proprioceptivních a motorických vstupů může být jedním z mechanismů, na nichž na neurální úrovni ZT funguje (Deconinck, 2015, p. 350; Kumru et al., 2016, p. 5). Zrcadlo v terapii představuje nástroj k „obelstění“ mozku, kterému je poskytnuta iluze normální končetiny. ZT tak pracuje na zlepšení sensorické percepce afektované končetiny skrze falešnou, ale kongruentní zpětnou vazbu z nepostižené končetiny (McCabe, 2011, p. 173).

Výsledky studie Kumru et al. (2016) ukazují, že excitabilita ipsilaterálního kortikospinálního traktu se zvyšuje, je-li vizuální zpětná vazba z aktivní končetiny poskytnuta buď přímo, nebo prostřednictvím zrcadla, nikoliv však při úplném zablokování této zpětné vazby (bez vizuální kontroly). Dále výsledky naznačují, že kombinace motorického tréninku s technikou ZT může vyvolat signifikantní neuroplastické změny skrze multisenzorickou integraci, která je podstatná pro rehabilitaci motorických funkcí (Kumru et al., 2016, pp. 5–6). Metody založené na multisenzorické integraci motorických, kognitivních a percepčních procesů skrze pozorování akce, mentální trénink a virtuální realitu, efektivně navozují kortikální reorganizaci a podporují funkční zotavení u pacientů po CMP (Carvalho et al., 2013, p. 6; Johansson, 2011, p. 151).

Proces reorganizace je dynamický a závisí na různých faktorech, jakými jsou například časové rozmezí mezi proděláním CMP a zahájením terapie, nebo také typ a intenzita aplikované terapie (Nudo, 2003 in Arya et al., 2011, p. 529).

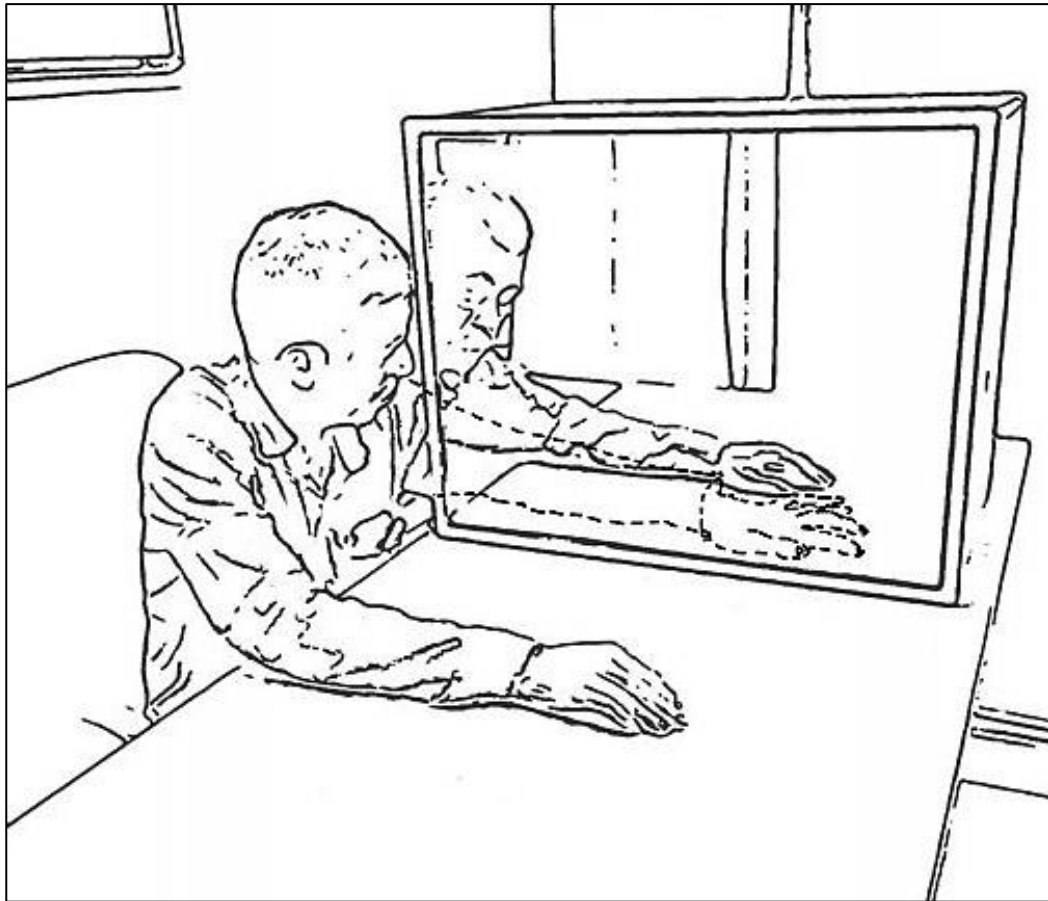
Systém zrcadlových neuronů

Zrcadlové neurony jsou specifické bimodální nervové buňky s vizuomotorickými vlastnostmi, které jsou aktivní jak během akce samotné, tak při pozorování provádění akce jiným jedincem, či při pozorování pohybu v zrcadle (Invernizzi et al., 2013, p. 312; Arya et al., 2015, p. 1738; Acharya a Shukla, 2012, p. 118; Lamont, Chin a Kogan, 2011, p. 370; Oztop, Kawato a Arbib, 2012, p. 44; Yavuzer, 2008, p. 397; Guo et al., 2016, p. 190).

Na základě dřívějších výzkumů byl klasický systém zrcadlových neuronů lokalizován do oblasti dolní frontální, parietální, okcipitální a premotorické kůry, a také do korových oblastí frontotemporálního laloku a gyrus temporalis (Carvalho et al., 2013, p. 2). Podle autorů studie publikované v roce 2015 však překrývá extenzivní síť zrcadlových neuronů větší oblasti mozku, které jsou s tímto systémem spojeny a mají výraznou roli ve zpracování emočních informací. S největší pravděpodobností se tyto „mimo-zrcadlové“ oblasti nacházejí v insule, gyrus temporalis medius a v sulcus temporalis superior (Nistor et al., 2017, p. 164). Na zapojení dalších oblastí poukazují také výsledky studie Matthyse a spolupracovníků (2009 in Lamont, Chin a Kogan, 2011, p. 370). V této studii byla pomocí metody funkční magnetické rezonance měřena kortikální aktivita u 18 zdravých jedinců během provádění pohybů rukou před zrcadlem a bez zrcadla. Pouze během pozorování odrazu pohybu v zrcadle byla kromě oblasti gyrus temporalis superior aktivována také oblast gyrus occipitalis superior, která vizuální informace po obdržení překládá do motorických pokynů. Aktivace systému zrcadlových neuronů tak vede k náboru funkčně propojených struktur, které spojují pozorování a provedení akce (Buccino, Binkofski a Riggio, 2004 in Bhasin et al., 2012, p. 571).

1.2.2 Praktické provedení ZT

Při zrcadlové terapii je zrcadlo umístěno v sagitální rovině mezi končetinami tak, že pacient v odrazové ploše zrcadla pozoruje odraz nepostižené končetiny a postižená končetina je skrytá za nereflexivní plochou zrcadla (McCabe, 2011, p. 170). Výchozí poloha je schematicky zobrazena na následujícím obrázku (Obrázek 1).



Obrázek 1 Schematické zobrazení provedení ZT (Arya, 2016, p. 39)

Dle Wittkopf a Johnson (2017, p. 1001) by měla terapie začít adaptivní fází, v níž pacient pouze sleduje odraz končetiny v zrcadle, aniž by končetinami pohyboval. V této fázi se pomocí odrazu zdravé končetiny postižená končetina postupně zařazuje zpět do tělesného schématu pacienta. Není-li pacient schopen vnímat končetinu jako svou, je možné jej podpořit navozením představy, že nesleduje obraz končetiny v zrcadle, nýbrž reálnou končetinu skrze sklo. Poté je pacient požádán o provedení pomalých jednoduchých bilaterálních pohybů při pohledu na odraz končetiny v zrcadle. Jestliže je pohyblivost postižené končetiny omezena z důvodu bolesti či ztuhlostí, pacient pouze sleduje odraz zdravé končetiny v zrcadle, dokud není připraven na další postup (McCabe, 2011, p. 175).

V rámci terapie pacient provádí pod dohledem fyzioterapeuta symetrické pohyby oběma končetinami ve stejném čase a stejným způsobem, a soustředí se pouze na pozorování odrazu zdravé končetiny (Stoykov a Corcos, 2009, p. 197; Lin et al., 2014, p. 423). Tak získává dojem toho, že se postižená končetina pohybuje normálně (Cadman, 2015, p. 17; Shih et al., 2017, p. 2).

Dle Fukumury et al. (2007 in Toh a Fong, 2012, p. 85) je však při ZT možné využít více typů strategií dle závažnosti parézy a schopností pacienta:

1. pacient je požádán, aby si při pohledu do zrcadla mentálně představoval, že se afektovaná končetina pohybuje tak, jako odraz končetiny neafektované, ale bez aktivního pohybu afektovanou končetinou;
2. pacient pozoruje pohyby neafektované končetiny v zrcadle a tyto pohyby se snaží imitovat afektovanou končetinou aktivně, synchronizovaně se zrcadlovým odrazem neafektované končetiny;
3. afektovanou končetinou pohybuje terapeut pasivně tak, že je pohyb této končetiny synchronní se zrcadlovým odrazem pohybující se neafektované končetiny.

ZT je tedy jedním z mála terapeutických přístupů, které umožňují rehabilitaci pacientů i s těžkým stupněm parézy HK (Samuelkamaleshkumar et al., 2014; Lippertová-Grünerová, 2015, pp. 43–44). Samuelkamaleshkumar et al. (2014) dokonce ve své studii prokázali, že zlepšení motoriky distální části paretické HK je po provádění ZT nejmarkantnější právě u těch pacientů, jejichž motorické funkce byly na počátku léčby zcela vyřazeny. Autoři tak poukazují na přínos zakomponování ZT do rehabilitačního procesu již v rané fázi po prodělání iktu.

Terapie pomocí metody ZT vyžaduje poměrně vysoký stupeň koncentrace (McCabe, 2011, p. 175) a měla by proto být prováděna spíše častěji a jen v několika opakováních – např. pětkrát denně tak dlouho, dokud je pacient schopen koncentrace, ne však déle než 5 minut. Delší trvání terapie jednou denně či dokonce týdně dle Wittkopf a Johnson (2017, p. 1001) není efektivní a není proto autory doporučováno. Cadman (2015, p. 16) naopak stanovuje optimální dobu ZT na 1 hodinu denně jako dodatek ke konvenční terapii. Pro chroničtější stádia pak doporučuje 1,5 hodin denně, 5x týdně po dobu 4 týdnů. Nejvýhodnější je dle autora stimulovat neuroplasticitu intenzivním opakováním cvičení v období prvních 14 dní po iktu.

1.3 ZT v terapii CMP

Metoda ZT bývá zařazena do terapie následků CMP spolu s dalšími konvenčními rehabilitačními technikami, s nimiž pomáhá obnovovat motorické funkce horních končetin, zejména pohyblivost rukou (Arya, 2016, p. 39).

Mnohé z rehabilitačních technik pro zlepšení funkčnosti paretické HK vyžadují alespoň minimální schopnost aktivního pohybu afektované HK, a nejsou tedy aplikovatelné u pacientů s těžkým stupněm postižení (Wang et al., 2013, p. 600; Brunetti et al., 2015, p. 421). Těžký

stupeň parézy HK také většinou doprovází senzomotorický deficit a pacienti s takovým postižením jsou tak dále znevýhodněni (Brunetti et al., 2015, p. 421). U všech pacientů nezávisle na stupni jejich postižení je však dle Stoykov a Corcos (2009, p. 193) zařazení technik bilaterálního tréninku pro nácvik bimanuálních aktivit potřebných v běžném životě nezbytné. Jednou z těchto technik může být právě zrcadlová terapie.

Tato metoda je založená na teorii, že mozek dříve zpracovává zpětnou vazbu vizuální, než proprioceptivní či somatickou (Lim et al., 2016, p. 630). Pro poskytnutí vizuální vazby využívá ZT zrcadlovou iluzi vytvořenou pohybem zdravé končetiny. V případě ZT se však nejedná o pouhý mechanismus zpětné vazby – vizuální a proprioceptivní zpětná vazba z nepostižené končetiny během ZT poskytuje náhradní aferentní vstupy za chybějící či zredukovanou proprioceptivní zpětnou vazbu z afektované poloviny těla (Sathian, Greenspan a Wolf, 2000 in Shih et al., 2017, p. 2). Koncept ZT tedy společně tvoří funkce zrcadla a chování mozku – na neurofyziologickém podkladě podporuje vnímání zrcadlové iluze obnovu motorických funkcí na postižené straně těla (Arya, 2016, p. 38; Arya et al., 2015, p. 1738).

Na možnost využití ZT v rehabilitaci pacientů po CMP poprvé poukázal Altschuler et al. v roce 1999. Výsledky cross-over studie autorů prokázaly zlepšení motorických schopností u pacientů CMP ve chronickém stádiu. Dvě pozdější studie pak prokázaly zlepšení motorické funkce také u pacientů po CMP ve stádiu subakutním a akutním (Yavuzer et al., 2008, p. 397; Dohle et al., 2009 in Michielsen et al., 2011, p. 224). Pozitivní efekt na paretickou HK byl zaznamenán ve smyslu zvýšení síly stisku a rychlosti pohybu, zlepšení kloubního rozsahu pohybu a mobility, zlepšení koordinace a zručnosti, a zvýšení stupně autonomie (Kim a Lee, 2015 in Guo et al., 2016).

1.4 Další indikace metody ZT

Deconinck et al. (2015) ve své přehledové review uvádí možnost využití ZT v rámci rozličných unilaterálních bolestivých a/nebo motorických poruch – komplexní regionální bolestivý syndrom, fantomové bolesti po jednostranné amputaci končetiny, hemiparéza jako následek CMP, snížená pohyblivost po fraktuře zápěstí, Parkinsonova nemoc, spastická hemiparetická forma dětské mozkové obrny. Soubory pacientů s uvedenými diagnózami byly zahrnuty v množství klinických studií, zkoumajících efektivitu ZT jako doplňkové terapie ke konvenčním rehabilitačním metodám. Výsledky těchto studií ukazují, že ZT společně s dalšími rehabilitačními metodami vede ke změně v symptomatologii, obnově senzorických

a motorických deficitů, nárůstu autonomie a celkovému zlepšení kvality života (Nistor et al., 2017, p. 164).

1.4.1 Komplexní regionální bolestivý syndrom (KRBS)

KRBS označuje bolestivý a omezující stav, projevující se většinou jako důsledek traumatu či operačního výkonu na končetině, spojený s poruchou funkce končetiny. Příčinou jsou pravděpodobně maladaptivní zánětlivé změny a porucha vazomotorické kontroly sympatické větve autonomního nervového systému, společně s maladaptivními neuroplastickými procesy. Vzhledem k velké bolestivosti postižené končetiny se u pacientů často vyvíjí tzv. „bolestivé chování“ při němž strach z bolesti vede k vyhýbání se pohybu končetinou. Na základě zrcadlové iluze normálně vypadající a pohybující se končetiny dochází ke zmírnění bolestivosti a ZT tak pozitivně ovlivňuje schopnost pohybu končetinou (Wittkopf a Johnson, 2017, p. 1001).

1.4.2 Fantomové bolesti

Amputace končetiny vede k situaci, kdy nejsou motorické povely okamžitě následovány očekávanou zpětnou vazbou a jsou tedy modifikovány ve snaze tuto senzickou aferenci evokovat. Tento konfliktní stav mezi aferencí a eferencí se může vyvinout až ve formu tzv. „naučené paralýzy“ spojené s pocity bolestivých spasmů – jak je často pociťují pacienti po amputaci. Cílem ZT je právě obnovení této poškozené eferentně-eferentní smyčky (Deconinck, 2015, p. 350). Ramachandran, Rogers-Ramachandran a Cobb (1995) potvrzují pozitivní efekt ZT ve své studii, v níž bylo u pacientů udávajících „zatínající se spasmusy“ a fantomové bolesti pozorováno okamžité vymizení těchto potíží bezprostředně po vystavení zrcadlové iluzi.

1.4.3 Parkinsonova nemoc

Jedním z hlavních příznaků Parkinsonovy nemoci (PN) je bradykineze – redukce rychlosti pohybu s progresivním snižováním jeho rozsahu až do kompletního zablokování pohybu během jednoduchých opakovaných pohybů. Ve většině případů je postižení asymetrické a tato asymetrie bývá považována za jedno z diagnostických kritérií onemocnění. Podkladem tohoto příznaku je pravděpodobně hypoaktivace primárního motorického kortexu (Nistor et al., 2017, p. 165). Vzhledem k pozitivnímu efektu ZT na aktivitu této oblasti mozkové kůry sestavili Bonassi et al. (2016) studii za účelem zjištění efektu ZT na bradykinezi u pacientů s PN. Výsledky studie ukázaly, že jednostranné cvičení méně postiženou horní končetinou

s využitím ZT podněcuje excitabilitu kortikospinální dráhy a zvyšuje frekvenci a rychlost vykonávaných pohybů obou horních končetin.

1.4.4 Dětská mozková obrna (DMO)

Se slibnými výsledky byla ZT zařazena také do pediatrických neurorehabilitačních programů. U dětí s DMO bylo prokázáno, že tato terapie má potenciál zlepšit motorické funkce horních končetin. V rámci studie Pasquet et al. (2016) byl vytvořen rehabilitační program, využívající ZT formou autoterapie – 28 dětí provádělo po dobu 5 týdnů 7 cvičebních modelů 15 minut denně, pětkrát týdně. Od prvního do posledního dne programu bylo pozorováno zvýšení rychlosti pohybů horních končetin společně s redukcí času vyžadovaného pro dokončení cvičební jednotky. Adherence k programu byla 100 %, úroveň uspokojení vysoká.

1.4.5 Neglect syndrom

Unilaterální neglect syndrom je definován jako neschopnost hlásit, reagovat nebo orientovat se na nové smyslové podněty, prezentované na straně kontralaterální od strany postižené, pokud toto selhání nelze připsat buď sensorickým nebo motorickým defektům (Heilman a Valenstein, 2003 in Lisa, Jugheters a Kerckhofs, 2013, p. 611). Většinou je pozorován po afekci v oblasti pravé hemisféry. Neglect syndrom lze popisovat podle afektovaného prostoru (peripersonální, personální, extrapersonální), způsobu výstupu (sensorický, motorický), nebo sensorické modality (neglect vizuální, somatosenzorický, auditivní). Přítomnost jakéhokoli typu signifikantně brzdí zotavovací procesy následků hemiparézy a pacienti často vykazují více problémů při vykonávání ADL (Jehkonen et al., 2006 in Lisa, Jugheters and Kerckhofs, 2013, p. 611).

Pandian et al. (2014) testovali efektivitu ZT v léčbě unilaterálního neglect syndromu jako projevu CMP. Experimentální skupina prováděla v rámci ZT flexně-etenční pohyby zápěstí 1–2 hodiny denně, 5 dnů v týdnu po dobu 4 týdnů. Na rozdíl od kontrolní skupiny pacientů, která prováděla tutéž pohybovou terapii bez využití odrazu v zrcadle, vykazují výsledky experimentální skupiny signifikantní zlepšení ve smyslu zvýšení nezávislosti a soběstačnosti. Autoři tak podávají ZT jako slibnou léčbu unilaterálního neglect syndromu způsobeného mozkovou lézí (CMP či jiné cerebrovaskulární onemocnění). Efektivitu ZT v léčbě neglect syndromu dokládá i review Coleman et al. (2017), která pro dosažení optimálních výsledků zdůrazňuje nutnost zařazení ZT do rehabilitačního plánu co nejčasněji po prodělání iktu.

1.5 Možnosti hodnocení efektu ZT na horní končetinu

V dostupné odborné literatuře existuje velké množství evaluačních metod, jejichž využití umožňuje posoudit vliv určité terapie na projevy daného postižení. Pro vyhodnocení efektu metody zrcadlové terapie na různé aspekty postižení horní končetiny v důsledku CMP jsou v recentních studiích ve velké míře využívány metody nepřístrojové (motorické testy, škály, dotazníky), případně přístrojové.

1.5.1 Motorické testy, škály, dotazníky

Mnozí autoři, zabývající se ve svých studiích metodou zrcadlové terapie (Invernizzi et al., 2013; Park et al., 2015; Shih et al., 2017; Samuelkamaleshkumar et al., 2014; Cho a Cha, 2015; Brunetti et al., 2015; Arya et al., 2015), používají pro zhodnocení jejího efektu na svalovou aktivitu, pohyblivost, sílu či zručnost paretické horní končetiny následující testy, které budou pro představu uvedeny s jejich stručným popisem.

Action Research Arm Test – ARAT

Test pro vyhodnocení motorických funkcí horní končetiny (síla, obratnost a koordinace), který ve své studii využili např. Invernizzi et al. (2013), Kim et al. (2016) nebo Lin et al. (2014). Obsahuje 19 položek rozdělených do 4 subtestů: schopnost úchopu, stisku, špetky a hrubé motoriky končetiny. V rámci těchto subtestů jedinec uchopuje různé předměty, přenáší je a manipuluje s nimi různými způsoby. Všechny položky každého subtestu jsou hodnoceny pomocí čtyřbodové škály od nuly do tří (0 – bez pohybu končetinou, 3 – normální provedení položky). Položky jsou sestaveny hierarchicky tak, že některé z nich mohou být přeskočeny, pokud není vyšetřovaná osoba schopna provést předchozí úkol, případně pokud jej provede zcela normálně. Maximální skóre 57 bodů indikuje normální výkon (Bastlová et al., 2015, p. 36; Lin et al., 2014, p. 424).

Box and Blocks Test – BB test

Rychlý a snadno vyhodnotitelný test vyšetřující hrubou motoriku HK, sestavený za účelem kvantifikace motorického omezení, využili ve svém výzkumu např. Cho a Cha (2015), Kim, Lee a Song (2013) nebo Paik et al. (2014). V rámci testu uchopuje vyšetřovaná osoba do ruky dřevěné kostky, které přemísťuje přes rozděľující element v rámci testovacího boxu. Výsledek je určen počtem kostek přemístěných za jednu minutu, který je porovnán se stanovenými normami. Kromě diagnostiky je test využíván také v terapii horních končetin pro

děti a dospělé s omezením motoriky a obratnosti horní končetiny (Bastlová et al., 2015, p. 39; Desrosiers et al., 1994, p. 751).

Functional Independence Measure – FIM

Tento test je využíván zejména u pacientů po náhlé CMP pro ohodnocení činností běžného života a ve své studii jej využili např. Invernizzi et al. (2013), Gurbuz et al. (2016), či Kim et al. (2016) a další. 18 úkolů testu ve formě rozhovoru hodnotí na sedmibodové škále schopnost mobility, kontinence a komunikace pacienta (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 59).

Fugl-Meyer Assessment – FMA

FMA je objektivním testem pro hodnocení obnovy motorických funkcí po CMP. V rámci testu je hodnocena volní pohyblivost, reflexní aktivita, úchopové funkce a koordinační schopnost paretické paže/ruky. Jednotlivé položky testu jsou hierarchicky uspořádány a test hodnotí pohyby v rámci synergií, částečně mimo synergie a nezávislé na synergiích. Posuzuje tedy kvalitu provádění určitých pohybů bez přítomnosti neplánovaných patologických automatismů (Malouin et al., 1994, p. 1206; Bastlová et al., 2015, p. 34).

Každá položka je skórována na stupnici 0–2 (0 – žádný pohyb, 2 – bezchybné provedení položky). V pododdílu testu, který se týká horní končetiny, je maximální skóre 66 bodů – 36 bodů pro paži a předloktí (část FMA-UA), 30 pro zápěstí a ruku (část FMA-WH). Hodnocení části FMA-UA zahrnuje reflexní činnost a volní pohyblivost bez synergií, v případě části FMA-WH je hodnocena pohyblivost zápěstí, funkce ruky a schopnost koordinace (Arya et al, 2015, p. 1741). Pro účely ohodnocení vlivu ZT na úroveň obnovy motorických funkcí paretické končetiny u pacientů po CMP byl test FMA použit např. ve studiích Michielsen et al. (2011), Bhasin et al. (2012), Brunetti et al. (2015), či Amasyali a Yaliman (2016).

Modified Ashworth Scale – MAS

Standardizovaná stupnice hodnotící stupeň spasticity na pětibodové stupnici 0–4 (viz Příloha 4). Vyšší skóre indikuje spasticitu či zvýšený tonus svalu, zatímco nižší skóre indikuje normální svalový tonus (Samuelkamaleshkumar et al., 2014, p. 3). Pomocí MAS hodnotili ve své studii efekt ZT na spasticitu paretické HK např. Lin et al. (2014).

1.5.2 Přístrojové hodnotící metody

Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie (pEMG, surface electromyography – sEMG, poly-electromyography – polyEMG) je relativně jednoduše použitelnou neinvazivní metodou pro měření činnosti svalů během prakticky jakéhokoliv pohybu. Cílem povrchové elektromyografie je signalizace transmembranózního proudění na úrovni sarkolemy, což je elektrický ekvivalent iontové výměny na membráně během svalové kontrakce. Prostřednictvím snímání bioelektrických signálů tak tato metoda podává informaci o neurálních mechanismech kontroly pohybu (Kolářová et al., 2015, p. 75).

Hodnota individuálních parametrů elektromyografického signálu je ovlivněna celou řadou faktorů, zjednodušeně dělených na vnější a vnitřní (De Luca, 1997, p. 136). Vnitřní faktory nelze průběhem snímání příliš ovlivnit – vycházejí z anatomických, biochemických a fyziologických vlastností samotného svalu a tkání v jeho okolí při kontrakci. Jedná se zejména o množství aktivovaných motorických jednotek, typ a množství svalových vláken, tloušťku a umístění aktivních svalových vláken uvnitř svalu, množství tkáně mezi elektrodami a aktivními motorickými jednotkami atd. (Süss et al., 2011, p. 13). Vnější faktory (např. velikost, umístění a konfigurace elektrod) jsou ovlivnitelné zejména správným postupem měření (Kolářová et al., 2015, p. 78).

V rámci elektromyografických studií je vhodný pouze bipolární charakter měření, při kterém jsou dvě elektrody umístěny paralelně s průběhem svalových vláken, se senzory preferovaně na středu kontrahovaného svalového břicha, ve vzájemné vzdálenosti jejich středů 10–20 mm (u aplikace na malé svaly by inter-elektrodová vzdálenost neměla přesáhnout jednu čtvrtinu délky svalového vlákna). Nejčastěji se při elektromyografickém měření využívají Ag/AgCl elektrody s elektrolytickým gelem, se snímací částí o délce 10 mm (Kolářová et al., 2015, p. 79, 81). Před samotnou aplikací elektrod musí být kůže nad měřeným svalem řádně očištěna od nečistot a v případě nutnosti i oholena pro zlepšení kontaktu elektrod s kůží a snížení elektrické impedance (Konrad, 2005, p. 15).

Korektní interpretace metody povrchové elektromyografie je podmíněna dodržáním standardních postupů při měření, zpracování a vyhodnocování. V popisu metody tak nesmí chybět následující informace:

- konkrétní vyšetřované svaly, upřesnění lokalizace, velikosti a typu povrchových elektrod a jejich vzdálenost jak od anatomických struktur, tak mezi nimi;
- sledovaný pohyb s přesně definovanou počáteční polohou těla, polohou sledovaného segmentu a provedením pohybu;

- název a specifikace přístrojového vybavení;
- způsob a zpracování naměřených dat (Dupalová a Zaatar, 2015, p. 29).

Dynamometrie

Dynamometrie slouží ke zhodnocení konečné síly produkované svalovou kontrakcí, které je žádoucí pro posouzení neuromuskulárních dysfunkcí (Kolářová et al., 2015, p. 62), např. u pacientů v subakutní fázi CMP (Aguiar, 2016, p. 402).

Přístrojem pro měření síly je dynamometr, v klinické praxi jsou využívány dva typy – ruční a izokinetické. Oba hodnotí svalovou sílu vybraných svalů (svalových skupin) za předem stanovených podmínek. Izokinetický dynamometr hodnotí sílu dílčích svalových skupin ve všech třech rovinách v kloubech horní končetiny (ramenní a loketní kloub, zápěstí) a umožňuje měření svalové síly při izometrické kontrakci (statický režim kontrakce) i během kontrakce koncentrické či excentrické (dynamický režim kontrakce během konstantní rychlosti). Ruční dynamometr umožňuje hodnocení síly stisku ruky a vytrvalost svalstva předloktí (Kolářová, 2015, s. 62).

Měření svalové síly je důležité zejména kvůli vlivu této veličiny na celkovou funkčnost končetiny. Umožňuje tak predikovat budoucí následky poruchy (Bohannon, 2001, p. 323). V několika studiích byla síla stisku dokonce jediným signifikantním prediktorem následné mortality, disability, komplikací a prodloužené doby hospitalizace (Bohannon, 2008, p. 8).

Akcelerometrie

Akcelerometrie je kinematická metoda hodnotící pohyb daného tělesného segmentu ve smyslu zrychlení ve třech na sebe kolmých osách (Kolářová et al., 2015, p. 68). Měřicím přístrojem je přenosný akcelerometr, který umožňuje objektivní kontinuální měření fyzické aktivity v určitém časovém úseku. Kromě využití této metody pro hodnocení fyzické aktivity u běžné populace začíná být akcelerometrie využívána jako objektivní hodnotící metoda u pacientů s následky CMP, kde umožňuje hodnocení jak úrovně fyzické aktivity, tak pohyblivosti paretické horní končetiny v rámci každodenního života (Green, 2007, p. 9).

1.6 Současné trendy v terapii paretické horní končetiny

Včasná a proaktivní rehabilitační opatření zlepšují prognózu onemocnění, pomáhají obnovit poškozené funkce, předcházet komplikacím a umožňují pacientovi přizpůsobit se každodenním aktivitám (Šapogiené et al., 2011 in Mickevičiené et al., 2015, p. 16). Brzký začátek rehabilitace je esenciální složkou specializované léčby těchto pacientů (Mickevičiené et al., 2015, p.16).

1.6.1 Constraint Induced Movement Therapy

Taubova terapie, známá jako Constraint Induced Movement Therapy (CIMT) neboli „terapie nuceného používání“ je relativně novou neurorehabilitační technikou zlepšující motorické funkce paretické HK u pacientů po CMP (Cadman, 2015, p. 16; Lippertová-Grünerová, 2015, p. 31). Tato technika byla původně využívána pro odstranění fenoménu známého jako „learned non-use“ (naučené nepoužívání), při němž je snížena či úplně vymizelá funkčnost paretické horní končetiny často kompenzačně nahrazována využíváním končetiny nepostižené a pacienti tak paretickou horní končetinu nepoužívají i přes evidentní možnost jejího využití v rámci některých funkčních aktivit (Wolf, 2007 in Arya et al., 2011, p. 331; Krakauer, 2005, p. 388; Kelly et al., 2014, p. 25; Raghavan, 2015, p. 2). V rané fázi po prodělání CMP s následkem těžkého stupně parézy HK je takové chování často nezbytné, aby mohl být pacient při vykonávání ADL alespoň určitým způsobem soběstačný. Při dlouhodobém udržování tohoto stavu se však veškerá pozornost a snaha o optimalizaci obrací ke končetině nepostižené a paretická končetina je stimulována pouze v rámci terapeutické intervence. Pacient pak svou postiženou končetinu ze života v podstatě úplně vyloučí a v některých případech ji považuje dokonce za přítěž (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 31).

CIMT kombinuje různé intervenční principy zaměřené na zvýšení využití paretické HK a v současnosti je jedním z nejvíce studovaných rehabilitačních protokolů pro pacienty po CMP s následkem hemiparézy. V rámci techniky je pacient během dne nucen využívat 90 % času svou paretickou končetinu, přičemž využití končetiny nepostižené je omezeno speciální rukavicí či jiným zařízením – ortézou, závěsem (Cadman, 2015, p. 16). Pro zařazení této metody do terapie je tedy nezbytně nutné, aby byl pacient schopen alespoň minimálního pohybu paretickou končetinou (Springer, 2004 in Kelly et al., 2014, p. 25). Samotná terapie pak spočívá v intenzivním motorickém tréninku a v repetitivních a adaptivních úkolech pro paretickou končetinu (Mickevičienė et al., 2015, p. 16; Langhorne, Bernhardt a Kwakkel, 2011, p. 1696). Zahrnuje jak trénink pohybů v rámci potřeb běžného denního života, tak i normálních pohybů a jemně motorických pohybů akra končetiny (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 32). Na základě neustálého opakování úkonu dochází dle Wolfa (2007 in Arya et al., 2011, p. 311) postupně ke zvýšení počtu úspěšných pokusů nebo zkrácení úspěšného dokončení úkolu na jeden pokus.

Efektivita metody velkou měrou závisí na complianci pacienta. Vzhledem k její fyzické a zejména psychické náročnosti se proto využívá pouze u vysoce motivovaných pacientů a výjimkou nebývá nutnost podpisu písemného souhlasu o dodržování terapie (Cadman, 2015, p. 16; Lippertová-Grünerová, 2015, p. 32).

1.6.2 Bilateral Arm Training

Bilateral Arm Training neboli „oboustranný/bilaterální trénink horních končetin“ je jedním z možných přístupů v RHB pacientů po CMP. Zahrnuje využití obou horních končetin při vykonávání úkonu současně, avšak nezávisle na sobě (Langhorne, Bernhardt a Kwakkel, 2011, p. 1696). Technika využívá intaktní končetinu k podpoře obnovy funkčnosti postižené HK prostřednictvím facilitujících vazebných účinků mezi končetinami – provádění symetrických bilaterálních pohybů aktivuje intaktní hemisféru a prostřednictvím interhemisferické interakce dochází ke zvýšení aktivace postižené hemisféry. Výsledkem je zlepšení schopnosti kontrolovaného pohybu afektovanou HK při oboustranných i jednostranných úkonech (Cadman, 2015, p. 16). Summers et al. (2007) dále poukazují na pozitivní efekt bilaterálního symetrického pohybu obou horních končetin ve smyslu zobecnění jejich pohyblivosti od schopnosti provádění specifického trénovaného pohybu k celkové funkční pohyblivosti končetiny.

Krakauer (2005, p. 388) ve své práci uvádí poznatky z několika studií, poukazující na fakt, že po prodělání CMP se mohou objevovat abnormality také u iktem neovlivněné končetiny, zahrnující kontrolu jejích distálních částí. Povaha těchto deficitů se může lišit v závislosti na tom, zda došlo k příhodě v hemisféře dominantní či nedominantní. Možným vysvětlením je poškození nezkřížených vláken ipsilaterální kortikospinální dráhy vedoucích k distálním svalům. Alternativním vysvětlením je změna transkalózně zprostředkovaných inhibičních účinků v primární motorické oblasti opačné hemisféry. Neafektovaná horní končetina by tedy také měla být zahrnuta do terapie v rámci bilaterálního tréninku.

1.6.3 Robotická terapie

Během posledního desetiletí bylo vyvinuto množství robotických zařízení za účelem poskytnutí cíleného senzomotorického tréninku pacientům s neurologickým onemocněním (Sale et al., 2014 p. 2). Tato zařízení umožňují opakovanou, interaktivní a intenzivní specifickou terapii a mohou být užitečným doplňkem rehabilitace, zejména pak v případě totální plegie končetiny, kdy jedinec není schopen samostatného pohybu končetinou proti gravitaci. V závislosti na použitém zařízení lze procvičovat pohyby v konkrétních segmentech horní končetiny – je možné využít např. MIT-Manus pro pohyby v ramenním či loketním kloubu, NeReBot a Bi-Manu-Track Mentor pro pohyby předloktí a zápěstí, nebo RehaDigit pro pohyby prstů (Platz a Schmuck, 2016, p. 1059).

Názory různých autorů na účinnost roboticky asistované terapie však nejsou zcela konzistentní. Meta-analýza deseti randomizovaných klinických studií provedená Kwakkel,

Kollen a Krebs (2008) uvádí jako výsledek takovéto terapie zlepšení motorických schopností paretické horní končetiny u pacientů s chronickou CMP, neuvádí však zlepšení v oblasti soběstačnosti a ADL. Lo a kolegové (2010 in Sale et al., 2014, p. 2) poukazují na rozdílnou účinnost terapie v závislosti na jejím trvání s tím, že pozitivní výsledky byly v jejich případě patrné až po 36 týdnech terapie.

1.6.4 Virtuální realita

Jedním z moderních prvků v rehabilitaci následků CMP je technologie virtuální reality, která poskytuje možnost přiměřeného a individualizovaného motorického tréninku. Vytvořením umělé simulace prostředí, s nímž musí pacient aktivně interagovat, poskytuje vhodnou a relativně bezpečnou formu terapie motorických poruch. Pomocí virtuální reality lze intenzitu tréninku a senzory (vizuální, sluchové a někdy i dotykové) zpětné vazby systematicky modulovat tak, aby byly výsledky terapie co nejoptimálnější (Arya et al., 2011, p. 534).

1.6.5 Mentální trénink – cvičení v představě

Princip mentálního tréninku jako formy terapie v rámci neurorehabilitace pacientů po CMP je založen na poznatku, že jak zdraví jedinci, tak pacienti, si během vykonávání aktivního pohybu průběh tohoto pohybu opakovaně představují. Již samotná představa motorických úkonů indukuje neuroplastické změny v oblasti mozku – při navození představy pohybu se aktivuje neurální síť zasahující zejména primární motorické korové oblasti a mentální trénink tak dosahuje vzoru aktivace srovnatelného se vzorcem aktivace při opravdovém tréninku. Mentální trénink nenahradí plně senzomotorickou terapii, ale zejména u pacientů ve chronickém stádiu je dobrým doplněním motorických terapeutických strategií. Na rozdíl od aktivních a pasivních terapií tato metoda nespolehá na zbytkovou funkci, ale stále zahrnuje volní řízení pohybu (Machado et al., 2016, p. 10). Nejefektivnější je v kombinaci s aktivními a asistivními fyzioterapeutickými metodami. Mentální trénink lze provádět jako skupinovou terapii, individuální terapii, i v domácím prostředí jako autoterapii. Vzhledem k vysokým nárokům na koncentraci a pozornost je však důležité provádět mentální trénink ve zcela klidném prostředí, zcela utlumeny by pak měly být vizuální informace o poloze končetiny i jejím okolí (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 42).

Carrasco a Cantalapedra (2016, p. 44) uvádějí 2 typy techniky mentálního tréninku: externí (vizuální), v níž si jedinec představuje sám sebe z pohledu vnějšího pozorovatele, a interní (kinestetický), v němž si jedinec představuje pocity pohybu ve vlastním těle.

2 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA, HYPOTÉZY

2.1. Cíl výzkumu

Cílem výzkumu je objektivizace změny svalové aktivity paretické horní končetiny u pacientů po CMP v situacích alterace zrakové kontroly pohybu včetně principu zrcadlové terapie pomocí metody povrchové elektromyografie.

2.2 Výzkumná otázka

Liší se aktivita vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny, se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené končetiny (princip ZT) a při úplném vyloučení vizuální zpětné vazby?

2.2.1 Hypotézy k výzkumné otázce

H₀₁: Neexistuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené končetiny.

H_{A1}: Existuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené končetiny.

H₀₂: Neexistuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a při úplném vyloučení zpětné vazby.

H_{A2}: Existuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a při úplném vyloučení zpětné vazby.

H₀₃: Neexistuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a při úplném vyloučení vizuální zpětné vazby.

H_{A3}: Existuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí parietické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a při úplném vyloučení vizuální zpětné vazby.

3 METODIKA VÝZKUMU

3.1 Charakteristika souboru

Vzhledem k povaze experimentu byl pro účely diplomové práce vytvořen pouze experimentální soubor probandů. Soubor byl tvořen pacienty po CMP s následky různě závažného stupně parézy HK, kteří byli v době měření hospitalizováni na lůžkové části Rehabilitačního oddělení Fakultní nemocnice Olomouc. Celkový počet probandů byl 14, z toho 10 mužů a 4 ženy, ve věku od 51 do 78 let ($68,21 \pm 7,8$). Postiženou horní končetinou byla v 9 případech pravá (PHK), v 5 případech levá (LHK), u 9 probandů šlo o jejich dominantní končetinu, u 5 o nedominantní (přehled anamnestických údajů viz Příloha 5). Probandi byli do souboru zařazeni nezávisle na příčině příhody (ischemie, hemoragie), lokalizaci léze a jejím rozsahu, a nezávisle na časovém intervalu od prodělání iktu.

Kritéria pro zařazení do studie byla následující:

- potvrzená a doložená diagnóza CMP s následkem parézy HK (s vyloučením jiné příčiny postižení);
- zachovaná nebo již obnovená alespoň minimální pohyblivost HK – minimální skóre ARAT testu 28 bodů;
- zachované kognitivní funkce, schopnost porozumění pokynům – minimální skóre MMSE 23 bodů;
- pohyblivost vyšetřované končetiny neomezena ortopedickou vadou či revmatickým postižením.

3.2 Podmínky měření

Měření probíhalo v období od listopadu 2017 do března 2018 v Kineziologické laboratoři Fakulty zdravotnických věd a Fakultní nemocnice Olomouc, vždy v pracovní dny v časovém rozmezí 7:00 – 15:30 hodin dle domluvy s konkrétním pacientem. Měření bylo prováděno vždy stejnou osobou. Sled vyšetření, pokynů a požadovaných úkonů byl předem pevně stanoven a podmínky měření byly pro každé jednotlivé měření stálé a neměnné.

3.3 Výzkumná metoda

Metodou měření pro zhodnocení aktivity svalstva paretické horní končetiny během provádění zrcadlové terapie byla povrchová elektromyografie. Měřicím přístrojem byl 8kanálový EMG přístroj pro povrchovou elektromyografii TeleMyo 2400T G2 od firmy

Noraxon USA, s integrovaným softwarem MyoResearch XP Master Edition 1.08.17., synchronizovaný s videokamerou.

Před samotným elektromyografickým měřením byla u každého probanda orientačně vyšetřena míra spasticity paretické horní končetiny pomocí modifikované Ashworthovy škály (MAS, Příloha 4), následně byla vyšetřena úroveň jeho kognitivních a motorických funkcí pomocí dvou klinických testů, jejichž dostatečně vysoké skóre (viz výše) bylo vstupním kritériem do studie:

- *Mini-Mental State Examination* (MMSE; Příloha 2) – nejčastěji používaný test pro vyhodnocení kognitivních schopností jedince. Obsahuje 30 položek, které poskytují informace o stavu orientace, pozornosti a počítání, paměti – výbavnosti, gnosie, reprodukce, praxie, lexie, grafie a konstrukční praxie (Bour et al., 2010, p. 631).
- *Action Research Arm Test* (ARAT; Příloha 3 a 7) – test hodnotící motorické funkce (síla, obratnost a koordinace) horní končetiny s využitím observačních metod. V rámci 4 subtestů je pomocí 19 úkolů hodnocena schopnost úchopu, stisku, špetky a hrubé motoriky paretické horní končetiny (Bastlová et al., 2015). Každý úkol je hodnocen na ordinální čtyřbodové škále od nuly (žádný pohyb končetinou) do tří (úplné dokončení celého úkolu) s maximálním celkovým počtem bodů 57 (Lin et al., 2014, p. 424).

3.4 Postup měření

Proband je poučen o povaze a průběhu měření a podepíše informovaný souhlas (Příloha 1). Následně je mu odebrána relevantní anamnéza s důrazem na nynější onemocnění. Poté jsou pomocí výše uvedených testů vyšetřeny jeho kognitivní schopnosti, schopnost aktivního pohybu paretickou horní končetinou a orientačně míra spasticity na paretické horní končetině.

Následuje samotné elektromyografické vyšetření. Do programu MyoResearch XP Master Edition 1.08.17 jsou zadány pacientovy iniciály (jméno, příjmení, ročník narození) a jsou nadefinovány měřené svaly, kterým jsou přiřazena čísla svodů. Je připojen 3D akcelerometr. S programem je propojena funkční videokamera pro pořízení videozáznamu měření.

Kůže je v místě předpokládané aplikace elektrod oholena (v případě většího ochlupení), řádně očištěna a zbavena nečistot pomocí abrazivní pasty, a následně omyta a otřena do sucha. Palpací během izometrické kontrakce a srovnáním s druhostrannou končetinou je ověřen střed

kontrahovaného svalového břicha vyšetřovaných svalů a na dané místo jsou umístěny dvě samoadhezivní elektrody v paralelním průběhu se svalovými vlákny se vzdáleností jejich středů 20 mm. Elektrody jsou umístěny na následujících svalech:

- m. flexor carpi radialis – reprezentující flexorovou skupinu svalů předloktí,
- m. extenzor carpi radialis – reprezentující extenzorovou skupinu svalů předloktí.

Na laterální epikondyl humeru je přilepena jedna neutrální referenční elektroda. Na všechny samoadhezivní elektrody jsou připevněny příslušné svody (první svod pro m. flexor carpi radialis, druhý svod pro m. extenzor carpi radialis) a v blízkosti elektrod jsou (pro vyrušení zevních vlivů – artefaktů) pomocí hypoalergenní lepicí pásky připevněny předzesilovače. Kontrakcí měřených svalů je ověřena správnost umístění elektrod a propojení všech systémů. Následně je provedeno vlastní elektromyografické měření.

3.5 Průběh vlastního EMG měření

Výchozí polohou pro celé elektromyografické měření je vzpřímený sed na židli s oporou zad a chodidel, předloktí horních končetin spočívají volně na desce stolu před židlí v semipronaci. Probandovi je vysvětlen a názorně předveden každý pohyb, který bude v rámci měření provádět horními končetinami, všechny pohyby si proband vyzkouší. Proband je instruován, aby při měření všechny pohyby prováděl symetricky oběma horními končetinami zároveň, plynule a v plném možném rozsahu pohybu.

Sled testovaných pohybů je následující:

1. pronačně-supinační pohyb předloktí – výchozí polohou je střední postavení předloktí, osou otáčení je malíková hrana ruky;
2. palmární a dorzální flexe v zápěstí – výchozí polohou je střední postavení předloktí (opora o ulnární hranu);
3. silová špetka všemi prsty a silové roztažení prstů – výchozí polohou je střední postavení předloktí;
4. pěst s pevným stiskem a silové roztažení prstů – výchozí polohou je střední postavení předloktí.

Pro objektivizaci okamžitého efektu zrcadlové terapie na aktivitu svalstva paretické horní končetiny provádí proband všechny uvedené pohyby postupně ve třech variantách:

- 1) pod přímou vizuální kontrolou paretické končetiny;
- 2) při sledování odrazu zdravé končetiny v zrcadle, které je umístěno před ním v sagitální rovině tak, aby zakrývalo paretickou končetinu – zrcadlová terapie;

3) s vyloučením zrakové kontroly (zavřené oči).

V rámci každé varianty provádí pacient pohyb vždy ve třech plynule na sebe navazujících opakováních. Mezi jednotlivými pohyby (1–4) spočívají obě končetiny v klidu na desce stolu.

Každý testovaný pohyb se skládá se ze dvou dílčích pohybů protichůdného charakteru. Dílčí pohyb je prováděn vždy od okamžiku zaujetí (předchozí) krajní polohy po dobu 3 sekundy – tato doba je vymezena slovními pokyny „raz, dva, tři“ s rychlostí jedné třetiny pohybu za vteřinu. Poté ihned následuje protichůdný dílčí pohyb.

Pro exaktní určení počátku a konce pohybu je s EMG měřením synchronizován 3D akcelerometr, který je hypoalergenní páskou připevněn na proximální článek ukazováku testované horní končetiny.

3.6 Úprava signálu a analýza dat

Již surový záznam signálu získaný elektromyografickým měřením poskytuje první objektivní informaci o inervaci a aktivitě měřených svalů. Pro zvýšení reliability a validity zjištěných nálezů však musí být signál dále odpovídajícím způsobem upraven. V programu MyoResearch XP Master Edition 1.08.17 je nejdříve provedena jeho rektifikace (převedení všech záporných amplitud na kladné). Poté je signál vyhlazen (smoothing – odříznutí strmých hrotů amplitud) pomocí algoritmu RMS (Root Mean Square), který odráží průměrnou sílu signálu.

Na základě pečlivé analýzy videozáznamu měření a křivky akcelerometru je pak signál rozdělen na jednotlivé intervaly, v nichž probíhají měřené pohyby a jsou tedy relevantní pro další vyhodnocení. Hodnocenými parametry jsou v tomto případě průměrné hodnoty amplitudy ve vybraných intervalech, odrážející míru aktivity měřeného svalu při daném pohybu. Vygenerovaná data jsou následně exportována do programu MS Excel, v němž jsou odpovídajícím způsobem zpracována do tabulky tak, aby je bylo možné statisticky zpracovat.

3.7 Statistické vyhodnocení dat

Pro statistické zpracování byly hodnoty svalové aktivity naměřené při provádění pohybů s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny (přímý vizuální feedback – PVF) použity jako normativní hodnoty, vůči nimž pak byly vztahovány hodnoty svalové aktivity naměřené během zbývajících dvou variant. Hodnoty naměřené při provádění pohybů se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou (zrcadlový vizuální feedback – ZVF) a s úplným

vyločením vizuální zpětné vazby (bez vizuálního feedbacku – BVF) jsou násobky normativních hodnot, a vyjadřují změnu svalové aktivity vůči nim. Tabulka původních hodnot i tabulka normativních hodnot s násobky jsou uvedeny v přílohách (Příloha 6).

Samotné statistické zpracování bylo provedeno v softwaru Statistica 13.3.704.1. Nejdříve bylo pomocí Shapiro-Wilkova testu ověřeno, že naměřená data v rámci jednotlivých proměnných v souboru mají normální rozložení ($p > 0,05$) a data byla popsána pomocí průměru, mediánu, směrodatné odchylky, a minima a maxima hodnot.

První a druhá hypotéza byly statisticky ověřeny t-testem průměru pro samostatný vzorek (hodnoty z variant ZVF a BVF vůči hodnotě 1 jakožto normativní hodnotě). Třetí hypotéza byla statisticky ověřena párovým t-testem průměrů hodnot z variant ZVF a BVF.

Hladina statistické významnosti pro veškeré prováděné testy byla stanovena na $p < 0,05$.

4 VÝSLEDKY

V kapitole jsou uvedeny výsledky statistického zpracování dat naměřených při experimentu. Výsledky jsou přehledně zpracovány také v tabulkách a graficky.

4.1 Výsledky k výzkumné otázce

Výzkumná otázka zní: *Liší se aktivita vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny, se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené končetiny (princip ZT) a při úplném vyloučení vizuální zpětné vazby?*

Výzkumná otázka byla řešena testováním tří hypotéz. Ke každé ze tří nulových hypotéz byla vždy stanovena hypotéza alternativní, která hypotézu nulovou vyvrací.

Vybranými svaly, jejichž aktivita byla v rámci experimentu hodnocena, byly *m. flexor carpi radialis (m. FCR)* a *m. extenzor carpi radialis (m. ECR)* paretické horní končetiny. Jejich aktivita byla hodnocena během provádění 4 pohybů: pronosupinační pohyb, palmární flexe-dorzální flexe, špetka, pěst.

4.1.1 Výsledky k H1

H₀₁: *„Neexistuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené končetiny.“*

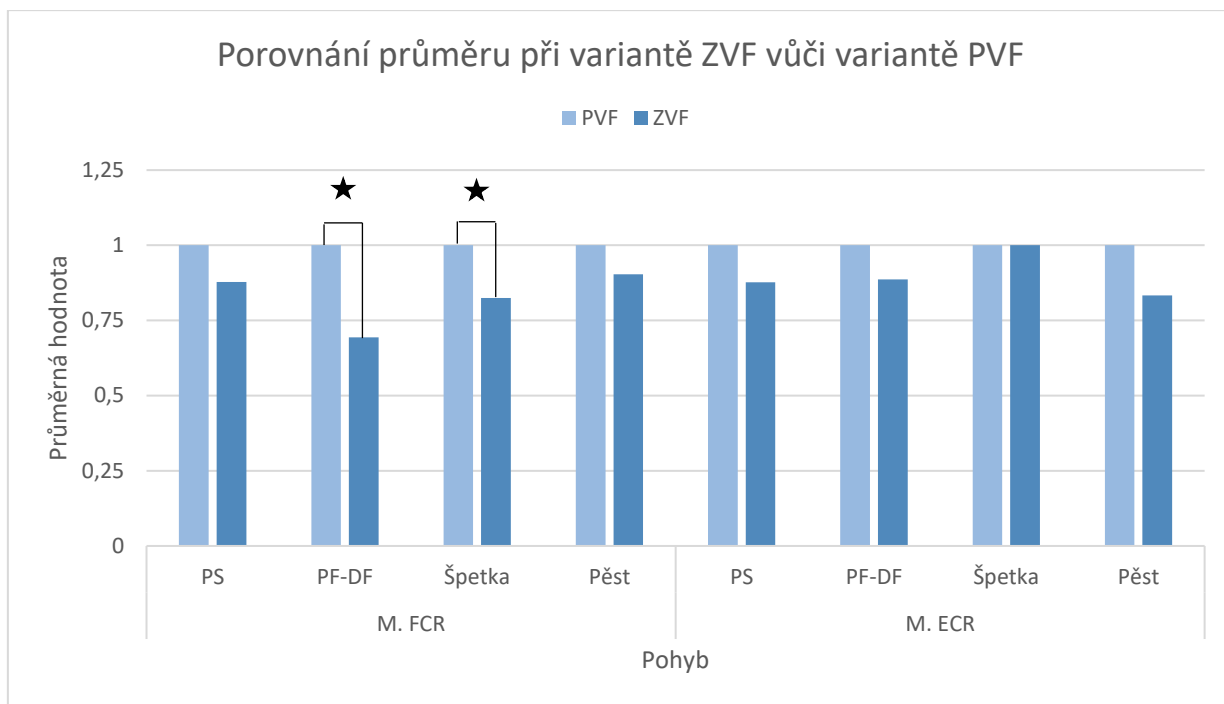
Test průměru hodnot svalové aktivity při variantě ZVF vůči normativní hodnotě 1, kterou byla zvolena varianta PVF, byl proveden pro každou svalovou skupinu a pro každý ze čtyř měřených pohybů. V následující tabulce (Tabulka 1) jsou vyjádřeny výsledky testu aspektem popisných statistik.

Tabulka 1 Popisné statistiky měřených pohybů, výsledky testu průměru hodnot při variantě ZVF vůči normativní hodnotě 1 na hladině významnosti $p < 0,05$

Sval	Pohyb	Průměr	Med	Min	Max	SD	p
M. FCR	PS	0,878	0,845	0,278	1,621	0,451	0,332
	PF-DF	0,694	0,661	0,285	1,272	0,312	0,003
	Špetka	0,825	0,827	0,391	1,324	0,298	0,047
	Pěst	0,904	0,908	0,383	1,310	0,240	0,159
M. ECR	PS	0,877	0,868	0,333	1,384	0,321	0,174
	PF-DF	0,886	0,838	0,360	1,595	0,308	0,190
	Špetka	1,000	0,877	0,440	1,747	0,365	1,000
	Pěst	0,833	0,784	0,387	1,412	0,320	0,073

Legenda: M. FCR – m. flexor carpi radialis, M. ECR – m. extenzor carpi radialis, PS – pronosupinační pohyb, PF-DF – palmární flexe-dorzální flexe, Med – medián, Min – minimum, Max – maximum, SD – směrodatná odchylka, p – dosažená hladina statistické významnosti při testu průměru

Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pouze pro sval m. flexor carpi radialis při provádění pohybů palmární flexe-dorzální flexe ($p = 0,003$) a špetka ($p = 0,047$). Tyto signifikance jsou vyjádřeny v následujícím grafu (Obrázek 2). Levý sloupec v grafu představuje normativní hodnotu 1 (varianta PVF), pravý sloupec představuje průměrnou hodnotu při variantě ZVF během daných pohybů.



Obrázek 2 Porovnání průměrných hodnot při variantě ZVF vůči variantě PVF (normativní hodnota 1)

Legenda: PVF – přímý vizuální feedback, ZVF – zrcadlový vizuální feedback, M. FCR – m. flexor carpi radialis, M. ECR – m. extensor carpi radialis, PS – pronosupinační pohyb, PF-DF – palmární flexe-dorzální flexe, ★ – statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$)

Vzhledem k výše uvedeným výsledkům nulovou hypotézu H_01 zamítáme pro m. FCR při provádění pohybů palmární flexe-dorzální flexe a špetka.

Pro m. FCR při pohybech pronosupinace a pěst, a pro m. ECR při všech čtyřech pohybech nulovou hypotézu H_01 zamítnout nelze.

4.1.2 Výsledky k H2

H02: „*Neexistuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny a při úplném vyloučení zpětné vazby:*“

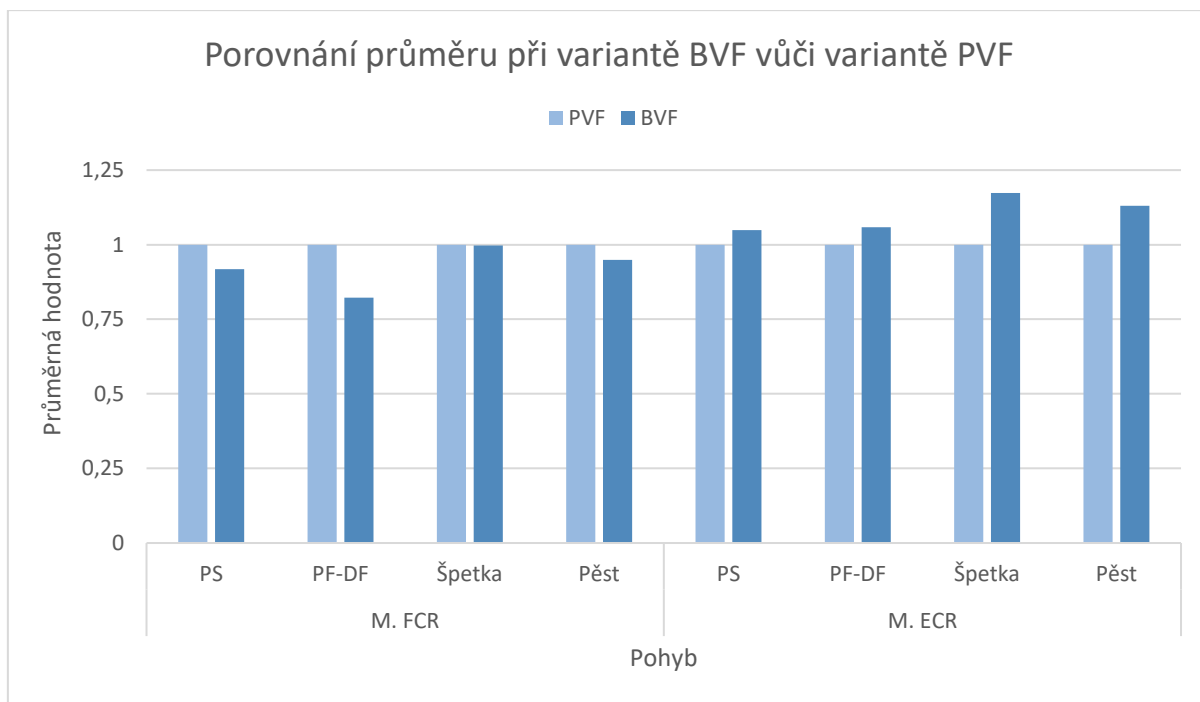
Test průměru hodnot svalové aktivity při variantě BVF vůči normativní hodnotě 1, kterou byla zvolena varianta PVF, byl proveden pro každou svalovou skupinu a pro každý ze čtyř měřených pohybů. V následující tabulce jsou vyjádřeny výsledky testu aspektem popisných statistik.

Tabulka 2 Popisné statistiky měřených pohybů, výsledky testu průměru hodnot při variantě BVF vůči normativní hodnotě 1 na hladině významnosti $p < 0,05$

Sval	Pohyb	Průměr	Med	Min	Max	SD	p
M. FCR	PS	0,918	0,842	0,284	1,896	0,431	0,487
	PF-DF	0,823	0,732	0,373	1,976	0,448	0,163
	Špetka	0,997	0,933	0,584	1,905	0,372	0,976
	Pěst	0,949	0,849	0,417	2,015	0,385	0,626
M. ECR	PS	1,049	1,035	0,442	1,696	0,348	0,607
	PF-DF	1,058	0,967	0,657	1,787	0,313	0,499
	Špetka	1,173	1,043	0,545	2,546	0,495	0,214
	Pěst	1,130	1,203	0,337	2,435	0,523	0,369

Legenda: M. FCR – m. flexor carpi radialis, M. ECR – m. extensor carpi radialis, PS – pronosupinační pohyb, PF-DF – palmární flexe-dorzální flexe, Med – medián, Min – minimum, Max – maximum, SD – směrodatná odchylka, p – dosažená hladina statistické významnosti při testu průměru

Statisticky významný rozdíl nebyl zjištěn pro žádný sval a pro žádný pohyb. Uvedené výsledky jsou pro představu znázorněny i graficky (Obrázek 3). Levý sloupec představuje průměrnou normativní hodnotu 1 (varianta PVF), pravý sloupec představuje průměrnou hodnotu při variantě BVF během daných pohybů.



Obrázek 3 Porovnání průměrných hodnot při variantě BVF vůči variantě PVF (normativní hodnota 1)

Legenda: PVF – přímý vizuální feedback, ZVF – zrcadlový vizuální feedback, M. FCR – m. flexor carpi radialis, M. ECR – m. extenzor carpi radialis, PS – pronosupinační pohyb, PF-DF – palmární flexo-dorzální flexe

Na základě uvedených výsledků tedy **nelze zamítnout nulovou hypotézu H₀₂ pro m. FCR i m. ECR při všech čtyřech hodnocených pohybech.**

4.1.3 Výsledky k H₃

H₀₃: „*Neexistuje statisticky významný rozdíl v aktivitě vybraných svalů předloktí paretické horní končetiny při provádění aktivních pohybů končetinou s se zrcadlovou zpětnou vazbou z nepostižené končetiny a při úplném vyloučení zpětné vazby*“

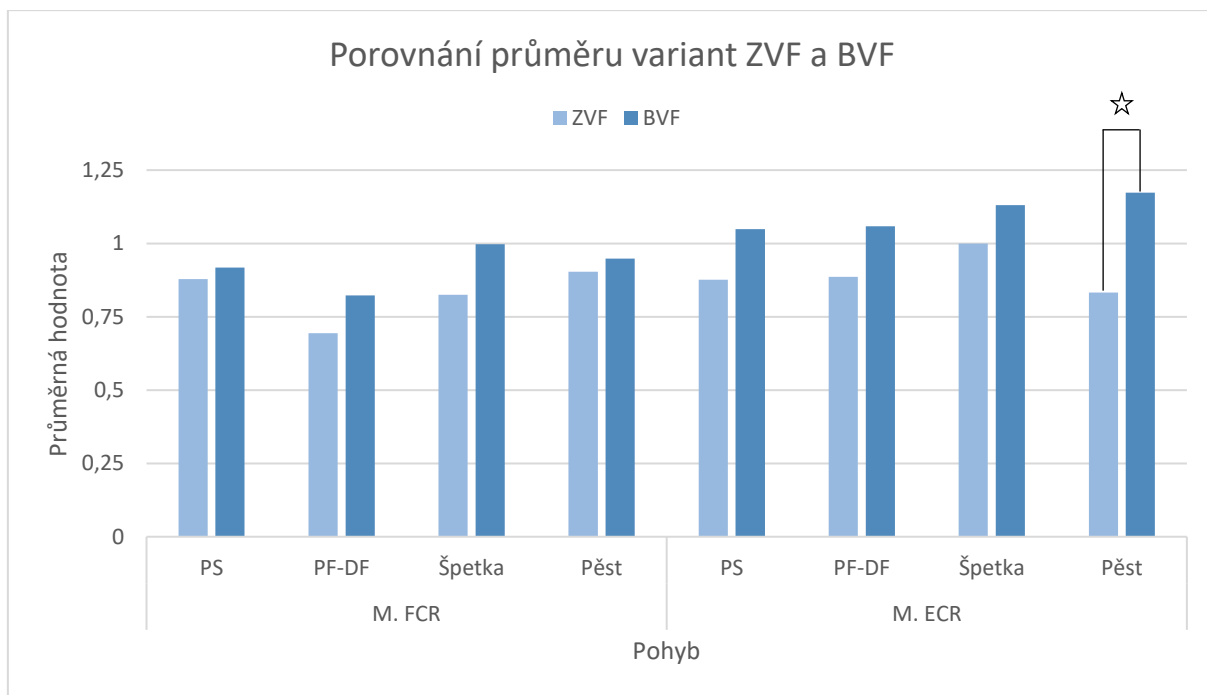
Třetí hypotéza porovnává svalovou aktivitu při variantě ZVF a BVF vyjádřených jako násobek svalové aktivity varianty PVF. Statisticky byla ověřena párovým t-testem průměrů hodnot těchto dvou variant. Test byl proveden zvlášť pro každou svalovou skupinu a pro každý ze čtyř měřených pohybů. V následující tabulce jsou vyjádřeny výsledky testu aspektem popisných statistik.

Tabulka 3 Popisné statistiky měřených pohybů, výsledky párového t-testu variant ZVF a BVF na hladině významnosti $p < 0,05$

Sval	Pohyb	Varianta	Průměr	Med	Min	Max	SD	p
M. FCR	PS	ZVF	0,878	0,845	0,278	1,621	0,451	0,794
		BVF	0,918	0,842	0,284	1,896	0,431	
	PF-DF	ZVF	0,694	0,661	0,285	1,272	0,312	0,115
		BVF	0,823	0,732	0,373	1,976	0,448	
	Špetka	ZVF	0,825	0,827	0,391	1,324	0,298	0,139
		BVF	0,997	0,933	0,584	1,905	0,372	
	Pěst	ZVF	0,904	0,908	0,383	1,310	0,240	0,646
		BVF	0,949	0,849	0,417	2,015	0,385	
M. ECR	PS	ZVF	0,877	0,868	0,333	1,384	0,321	0,114
		BVF	1,049	1,035	0,442	1,696	0,348	
	PF-DF	ZVF	0,886	0,838	0,360	1,595	0,308	0,125
		BVF	1,058	0,967	0,657	1,787	0,313	
	Špetka	ZVF	1,000	0,877	0,440	1,747	0,365	0,236
		BVF	1,130	1,043	0,545	2,546	0,523	
	Pěst	ZVF	0,833	0,784	0,387	1,412	0,320	0,054
		BVF	1,173	1,203	0,337	2,435	0,495	

Legenda: M. FCR – m. flexor carpi radialis, M. ECR – m. extenzor carpi radialis, PS – pronosupinační pohyb, PF-DF – palmární flexe-dorzální flexe, ZVF – zrcadlový vizuální feedback, BVF – bez vizuálního feedbacku, Med – medián, Min – minimum, Max – maximum, SD – směrodatná odchylka, p – dosažená hladina statistické významnosti při párovém t-testu

Významný statistický rozdíl nebyl zjištěn pro žádný sval a žádný z pohybů. Na hranici statistické významnosti byl zjištěn rozdíl pro m. ECR při pohybu pěst ($p = 0,054$). Pro představu jsou uvedené výsledky znázorněny i graficky (Obrázek 4). Levý sloupec představuje průměrnou hodnotu při variant ZVF, pravý sloupec představuje průměrnou hodnotu při variantě BVF během daných pohybů.



Obrázek 4 Porovnání průměrných hodnot při variantě ZVF a BVF

Legenda: ZVF – zrcadlový vizuální feedback, BVF – bez vizuálního feedbacku, M. FCR – m. flexor carpi radialis, M. ECR – m. extensor carpi radialis, PS – pronosupinační pohyb, PF-DF – palmární flexe-dorzální flexe, ☆ – statistický rozdíl na hranici významnosti

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že nulovou hypotézu **H₀₃** nelze zamítnout pro **m. FCR i m. ECR** při všech čtyřech hodnocených pohybech.

5 DISKUZE

Pacienti s parézou HK v důsledku CMP vyžadují dlouhotrvající efektivní terapii za účelem zlepšení limitované funkce končetiny a pro dosažení nejlepších výsledků je často nutné kombinovat různé terapeutické přístupy (Radajewska et al., 2016, p. 1). Jedním z takových přístupů, které lze v současnosti využít v rámci terapie paretické HK, je metoda ZT. Tato jednoduše proveditelná a nenákladná metoda bývá většinou zařazena jako doplňková forma terapie ke konvenčním metodám rehabilitace (Altschuler et al., 1999; Lang et al., 2013; Raghavan, 2015; Samuelkamaleshkumar et al., 2014; Radajewska et al., 2013 a další).

Dostupné odborné databáze obsahují poměrně obsáhlé množství studií, které se zabývají vlivem ZT na různé aspekty funkce paretické horní končetiny, porušené v důsledku CMP. Tyto studie se však zásadně odlišují ve smyslu metodického provedení i hodnocených parametrů, což velmi komplikuje srovnání jejich výsledků a diskusi s výsledky diplomové práce.

Ve většině případů je předmětem výzkumu efekt dlouhodobější aplikace ZT na funkčnost končetiny ve smyslu úrovně soběstačnosti a schopnosti provádět ADL, případně její vliv na obratnost končetiny, svalovou sílu nebo míru spasticity. Efekt ZT na paretickou HK je v rámci nalezených studií nejčastěji hodnocen klinickými testy či škálami, jejichž přehled je uveden v kapitole 1.5.1, respektive porovnáním jejich výsledků či srovnáním hodnot určitých klinických parametrů před zahájením terapie a po jejím ukončení (Stoykov a Corcos, 2009; Invernizzi et al., 2013; Arya et al., 2015 a další).

Výzkumem vlivu ZT přímo na svalovou aktivitu paretické HK v užším slova smyslu se autoři zabývají také, i když v poměrně menší míře. K objektivizaci svalové aktivity a její změny je v těchto případech nejčastěji využívána právě metoda povrchové elektromyografie, která byla využita i pro účely diplomové práce.

Tato kapitola poskytuje ucelenou analýzu výsledků diplomové práce, které se snaží konfrontovat se závěry autorů současných vědeckých článků a studií, zabývajících se danou problematikou. Shrnuje také limity provedeného experimentu a argumentuje přínos práce pro klinickou praxi.

5.1 Diskuze k výzkumné otázce

Cílem diskutované výzkumné otázky bylo zjistit, jak se mění svalová aktivita paretické HK v situacích alterace zrakové kontroly pohybu, včetně principu zrcadlové terapie. Pro tento účel byl sestaven experiment, v němž byly pomocí přístrojové metody povrchové elektromyografie snímány a posléze vzájemně porovnávány průměrné hodnoty svalové aktivity

vybraných svalů předloktí při provádění stanovených pohybů během třech různých variant měření – s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny (PVF), se zrcadlovou zpětnou vazbou z nepostižené končetiny na principu metody ZT (ZVF), a s úplným vyloučením vizuální zpětné vazby (BVF). Otázka byla řešena ve třech hypotézách, z nichž každá porovnávala svalovou aktivitu mezi dvěma typy vizuální zpětné vazby.

5.1.1 Diskuze k H1

Porovnáváme-li svalovou aktivitu během provádění pohybů s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené HK se svalovou aktivitou během provádění pohybů se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou, pozorujeme statisticky významné rozdíly pouze pro m. flexor carpi radialis při provádění dvou pohybů: palmární flexe-dorzální flexe a špetka. Jak je zřejmé z grafu porovnávacího tyto dvě varianty (viz Obrázek 2, str. 37), v obou případech se jedná o rozdíl ve smyslu nižší svalové aktivity během varianty na principu ZT. Trend nižší svalové aktivity při provádění pohybů se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou navíc pozorujeme také u všech zbývajících pohybů v rámci m. flexor carpi radialis a kromě pohybu špetka (kde jsou však hodnoty vyrovnané) také u všech pohybů v rámci svalu m. extenzor carpi radialis. I přes tento obecný trend pozorujeme po detailnější analýze výsledků v rámci souboru u pěti pacientů opačný projev, tedy vyšší svalovou aktivitu při provádění pohybů se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou. Společným rysem těchto pacientů je vysoké skóre klinických testů MMSE (27-29 bodů) a ARAT (53-57 bodů). Na základě těchto poznatků můžeme konstatovat, že účinek ZT na zvýšení svalové aktivity pravděpodobně souvisí také s úrovní kognitivních schopností a s úrovní zachované či obnovené pohyblivosti paretické HK.

Jak již bylo uvedeno v teoretické části práce, metoda ZT je založena na principu tzv. zrcadlové iluze. Při tomto fenoménu poskytuje zrcadlový odraz vizuální input tak, že pohyby neparetické končetiny jsou vnímány jako pohyby končetiny paretické (Altschuler et al., 1999, p. 2035; Shih et al., 2017, p. 2). Pacient tedy získává dojem, že postižená končetina se pohybuje normálně a symetricky s končetinou nepostiženou, čímž se postižená končetina postupně zařazuje zpět do tělesného schématu pacienta (Wittkopf a Johnson, 2017, p. 1001; Carvalho et al., 2013). V rámci CNS pak stimuluje metoda ZT motorické učení, kortikální reorganizaci a plasticitu premotorického kortexu. Podporována je také interhemisferální komunikace, navozující rovnováhu mezi oblastmi motorické kůry, což je jeden z nejdůležitějších neurofyziologických mechanismů, který je podstatný pro obnovení motorických funkcí poškozených mozkovou lézí (Takeuchi a Izumi, 2013, in Kumru et al., 2016, p. 1). Pozorování pohybů distální části HK v zrcadle také zvyšuje kortikospinální excitabilitu stejných oblastí,

kteře jsou aktivovány během skutečného pohybu, a aktivuje systém zrcadlových neuronů (Fukumura et al., 2007).

Teoretickým vysvětlením nižší svalové aktivity paretické HK při provádění pohybů během varianty ZVF v rámci našeho experimentu by mohl být paradoxně samotný výše uvedený princip, na němž metoda ZT funguje. Je známo, že velmi významným příznakem doprovázejícím CMP je kromě motorického postižení také porucha senzoričké aference na jedné polovině těla, tedy včetně HK (Lippertová-Grünerová, 2015, p. 1; Lang et al., 2013, p. 2). Nedostatečná aference z proprioceptorů a exteroceptorů paretické HK neposkytuje dostatečnou zpětnou vazbu a pacient tak není schopen pohyb končetinou dostatečně ovládat. Při vystavení zrcadlové iluzi by mělo na základě neurofyziologických poznatků dojít k aktivaci systému zrcadlových neuronů a k dalším výše uvedeným neurofyziologickým změnám, které podporují obnovu motorických funkcí paretické horní končetiny. Pokud je však pro pacienta zrcadlová iluze (navozená odrazem zdravé končetiny) novým podnětem, jako je tomu v našem případě, může vést naopak k tomu, že se pacient zcela soustředí na vnímání tohoto nového vizuálního inputu, pohyby zrcadlené končetiny pouze sleduje a samotný aktivní pohyb paretické končetiny zůstává minimální. Příčinou nižší svalové aktivity během varianty ZVF může být také samotný způsob provedení experimentu. Klíčovou modalitou v osvojování určité motorické dovednosti v rámci efektivního tréninku paretické HK je totiž repetitivní provádění motorických úkonů, v jehož důsledku dochází k posilování interneuronálních spojů (French et al., 2007, in Veerbeek et al., 2013; Amasyali a Yaliman, 2016, p. 302). V našem experimentu prováděli probandi pohyby v rámci varianty se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou pouze jednorázově a bez jakékoli předchozí zkušenosti s tímto typem terapie. Je tedy pravděpodobné, že k tomu, aby došlo k navození patřičných neurofyziologických změn a zvýšení svalové aktivity během ZT, je nutné terapii s využitím zrcadlového principu provádět v dlouhodobém časovém horizontu několika dnů až týdnů.

Problematikou vlivu ZT na změny ve svalové aktivitě přímo při provádění terapie se zabývá relativně omezené množství autorů, nicméně jejich výsledky poukazují na zvýšení svalové aktivity při provádění pohybů v rámci ZT a jsou tedy v rozporu s výsledky našeho experimentu.

Například ve studii Caires et al. (2017) autoři s využitím metody povrchové elektromyografie srovnávali míru svalové aktivity během tří různých variant měření – při reálném aktivním provádění pohybu paretickou končetinou, při mentální představě pohybu paretickou končetinou bez provedení pohybu a při mentální představě spojené s pohybem zdravé končetiny na principu ZT. Měřena byla aktivita m. flexor carpi ulnaris při provádění

flexe v zápěstí. Výsledky studie ukazují signifikantní rozdíl mezi hodnotami aktivního pohybu a pohybu na principu ZT ve prospěch ZT.

Je však na místě podotknout, že ne vždy je zvýšení svalové aktivity žádoucí. Typickým projevem centrální parézy je v důsledku postižení některých (případně všech) vláken kortikospinální dráhy abnormální svalový tonus označovaný jako spasticita. Ke spasticitě dochází následkem poruchy inhibičních funkcí mozku a obvykle se rozvíjí po úvodní fázi svalové hypotonie (Lippertová-Grünerová, 2015, pp. 88-89; Votava, 1996, pp. 93-97). Spasticita je příkladem stavu, při němž je účelné svalovou aktivitu tlumit.

Vzhledem k tomu, že naše výsledky ukazují nižší svalovou aktivitu při provádění pohybů se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou, mohli bychom uvažovat o využití metody ZT například právě v rámci terapie spasticity, kde je snížení nadměrné svalové aktivity účelné a žádoucí. Tento závěr však zpochybňují například výsledky studie Samuelkamaleshkumar et al. (2014). V této studii autoři zkoumali vliv dlouhodobé aplikace metody ZT na spasticitu u pacientů v subakutním stádiu CMP s následkem parézy HK. S využitím hodnotící škály MAS byl účinek působení metody ZT na snížení spasticity prokázán jako nedostatečný.

Jak již bylo uvedeno dříve, ve vztahu k ZT nalézáme mnohem objemnější množství odborných studií a článků, v nichž se autoři zabývají efektem ZT na komplexní motorické funkce HK. Výsledky těchto studií dokládají zlepšení obratnosti končetiny a schopnosti provádět každodenní činnosti, zlepšení sebeobsluhy a soběstačnosti. Ve studii Gurbuz et al. (2016) se pacienti s hemiplegií účastnili terapeutického programu, v němž každodenně po dobu čtyř týdnů prováděli flekční a extenční pohyby v radiokarpálním skloubení neafektované HK před zrcadlem. Dle výsledků je u pacientů po CMP metoda ZT při souběžné aplikaci konvenčních rehabilitačních technik výhodná pro zlepšení motorických funkcí plegické horní končetiny, a modulací neuroplasticity představuje novou úroveň neurologické rehabilitace.

Na signifikantní zlepšení ve prospěch metody ZT v porovnání s ostatními konvenčními metodami poukazují také Pérez-Cruzado et al. ve své systematické review z roku 2017. V této review byly porovnávány výsledky 15 studií za účelem stanovení efektivity ZT na obnovení funkčnosti HK v porovnání s ostatními intervenčními metodami u pacientů po CMP. Výzkumnými soubory byly v 6 případech pacienti v chronickém stádiu a v 9 případech pacienti ve stádiu akutním. Primárně bylo zkoumáno motorické zotavení horní končetiny, obnova její funkce a hrubá obratnost. Výsledky revidovaných studií prokazují dokonce vyšší efektivitu ZT oproti konvenčním rehabilitačním metodám, a to jak u pacientů v akutním stádiu, tak u pacientů ve stádiu chronickém.

V tomto směru však přináší odlišné informace nejnovější studie Chan a Au-Yeung (2018), v níž autoři zkoumali efektivitu ZT na obnovení motorických funkcí u pacientů v subakutním stádiu CMP s těžkým stupněm parézy HK. Jako doplněk ke konvenčním metodám fyzioterapie prováděli probandi experimentální skupiny bilaterální pohyby oběma končetinami na principu metody ZT, zatímco kontrolní skupina prováděla tytéž pohyby pod direktivní vizuální kontrolou paretické HK. Výsledky ukazují, že jak bilaterální pohyby prováděné pod přímou vizuální kontrolou paretické končetiny, tak pohyby prováděné v rámci ZT s iluzorní zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou z nepostižené končetiny jsou spojeny se stejnou úrovní zlepšení motorických funkcí. Autoři zároveň upozorňují na fakt, že zlepšení motorické funkce může být výsledkem spontánní obnovy funkce, stejně jako následkem konvenční terapie, intenzivního bilaterálního tréninku v rámci ZT nebo výsledkem kombinace uvedeného. Autoři tedy nastiňují zajímavou otázku: pokud je pozorovatelné zlepšení motorických funkcí důsledkem ZT, přispěl k tomuto efektu aktivní pohyb paretické HK během terapie nebo je příčinou iluzorní zpětná vazba ze zrcadlového odrazu nepostižené končetiny (Chan a Au-Yeung, 2018)?

5.1.2 Diskuze k H2

V rámci druhé hypotézy jsme porovnávali průměrné hodnoty svalové aktivity při provádění pohybů za přímé vizuální zpětné vazby z postižené končetiny s hodnotami naměřenými při provádění pohybů s úplným vyloučením vizuální zpětné vazby. Přestože nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl, pozorujeme zde zajímavý trend, ukazující, že vizuální zpětná vazba, respektive její absence, má na každý ze dvou snímaných svalů jiný efekt.

Zatímco v případě m. flexor carpi radialis byly průměrné hodnoty svalové aktivity vyšší při provádění pohybů v rámci varianty s přímou vizuální zpětnou vazbou, u m. extensor carpi radialis tomu bylo právě naopak – naměřené hodnoty byly vyšší při variantě bez vizuální zpětné vazby. Nejvýraznější, ačkoli statisticky nevýznamné rozdíly mezi variantami, byly zjištěny pro pohyb palmární flexe-dorzální flexe (m. flexor carpi radialis) a pohyb špetka (m. extensor carpi radialis).

Akrum horní končetiny je značně flexibilní a velmi jemný nástroj. Ruka je schopna precizních a složitých úkolů zcela bez zrakové kontroly a má velmi dobrou prostorovou orientaci. Pohyb ruky, respektive celé horní končetiny, je řízen z CNS na podkladě zpracování aferentní signalizace z proprioceptorů a exteroceptorů. Je tedy silně závislý na sensorických podnětech. Prostřednictvím pohybu jsou vytvářeny vztahy mezi zevním prostředím a prostředím organismu. Porucha čítí, ať už na úrovni periferní či centrální, se tak vždy projeví

poruchou motorických funkcí končetiny. Nedostatečnou propioceptivní a exteroceptivní signalizaci lze zčásti nahradit aferencí optickou, tedy poskytnutím vizuální zpětné vazby (Véle, 1997, p. 253).

Ačkoli naši teorii nelze vědecky dostatečně podpořit odbornými zdroji, je možné, že senzorická aference z extenzorové svalové skupiny zápěstí není při CMP poškozena do takové míry, jako je tomu v případě flexorové svalové skupiny, a pacienti jsou tak schopni zapojit extenzory i bez odpovídající vizuální zpětné vazby, zatímco v případě flexorů je pro provedení odpovídajícího pohybu vizuální zpětná vazba nutná.

Stejně jako v případě první hypotézy, i zde se nabízí možnost využití efektu konkrétní vizuální zpětné vazby v terapii spasticity. Na HK často dochází predilekčně ke zvýšení svalového napětí flexorových skupin, zatímco svalová aktivita extenzorů je inhibována (Kolář et al., 2009, p. 62–63). Na základě našich výsledků, kdy pozorujeme v rámci varianty BVF nižší svalovou aktivitu právě u m. flexor carpi radialis, a zároveň vyšší svalovou aktivitu u m. extensor carpi radialis, by teoreticky bylo možné využít vyřazení vizuální zpětné vazby v rámci terapie spasticity HK, respektive zápěstí a ruky. Tento závěr podporuje i detailnější analýza výsledků testovaného souboru, kdy právě u pacientů s vyšším stupněm spasticity pozorujeme vyšší svalovou aktivitu m. extensor carpi radialis při vyloučení vizuální zpětné vazby, na rozdíl od pacientů bez jakékoliv spasticity, u nichž je svalová aktivita m. extensor carpi radialis při vyloučení zpětné vazby nižší.

5.1.3 Diskuze k H3

Kromě kognitivních, vizuálních a emočních funkcí může v důsledku CMP dojít k poškození vzestupných somatosenzorických drah či somatosenzorických korových oblastí, čímž je ve výsledku redukována či úplně ztracena schopnost somatosenzace (Lang et al., 2013, p. 2; Carvalho et al., 2013; Raghavan, 2015, p. 3). Jelikož pro řízení motorické funkce je důležitým činitelem každá poskytnutá senzorická aference, porucha čítí se vždy projeví poruchou motorické funkce končetiny. Pro optimální provedení pohybu je možné chybějící informace částečně nahradit optickou kontrolou pohybu (vizuální zpětná vazba) (Véle, 1997, p. 13 a 253).

Autoři se všeobecně shodují, že náhradní zpětná vazba je pro provedení zamýšleného pohybu důležitá (Véle, 1997; Krakauer, 2005; Paik et al., 2014; Lippertová-Grünerová, 2015; Arya, 2016). Výsledky našeho experimentu však vykazují zcela opačný trend vyšší svalové aktivity při variantě s vyloučením vizuální zpětné vazby oproti variantě se zrcadlovou vizuální zpětnou vazbou. Tento rozdíl ve prospěch varianty bez vizuální zpětné vazby je patrný pro oba

svaly při provádění všech čtyřech testovaných pohybů. Pro m. extenzor carpi radialis při provádění pohybu pěst se dokonce jedná o rozdíl na hranici statistické významnosti ($p = 0,054$). Dalšími pohyby, u nichž byly rozdíly hladině statistické významnosti nejbližší, byly pohyb palmární flexe-dorzální flexe pro sval m. flexor carpi radialis ($p = 0,115$) a v případě svalu m. extenzor carpi radialis pohyb pronosupinační ($p = 0,114$) a pohyb palmární flexe-dorzální flexe ($p = 0,125$).

Z těchto výsledků se zdá, že vizuální zpětná vazba zprostředkovaná skrze zrcadlovou iluzi nemá na provedení pohybu, resp. svalovou aktivitu takový vliv, jaký je jí přisuzován. Zřejmě pravděpodobnějším vysvětlením je však fakt, že v rámci experimentu byla svalová aktivita při pohybech prováděných s vyloučením vizuální zpětné vazby vždy měřena jako poslední. Probandi tedy již měli zkušenosti z předchozích dvou variant měření, a tudíž pro ně bylo jednodušší provést pohyby i bez jakékoliv vizuální zpětné vazby.

Je samozřejmě na místě podotknout, že vzhledem ke značné heterogenitě experimentálního souboru a malému počtu probandů je nutno přistupovat i ke statisticky významným výsledkům s rezervou – při měření v rámci rozsáhlejší a více homogenní skupiny by se tyto výsledky pravděpodobně lišily.

5.2 Diskuze k výzkumné metodě

S ohledem na cíle práce a možnosti praktického provedení byla metodika experimentu sestavena na základě výzkumů provedených již dříve v rámci dostupných klinických studií, které se zabývaly vlivem metody ZT na různé aspekty poruchy funkce paretické HK u pacientů po CMP. Nalezené zdroje se vyznačují značnou nehomogenitou, co se týče hodnocených parametrů, použitých hodnotících metod, i praktického provedení experimentu.

Ve většině případů je zkoumán několikadenní až několikatydenní efekt ZT na komplexní funkci horní končetiny či ruky, který je hodnocen nepřístrojovými metodami ve formě klinických testů nebo škál. Určitá část autorů soustřeďuje pozornost od periferie směrem k centru a aspektem moderních zobrazovacích metod se pokouší vysvětlit podstatu účinku metody ZT a jí indukované neuroplastické změny v CNS zasaženém iktem.

Samotná metoda ZT může být prakticky prováděna dvěma způsoby, jak již bylo uvedeno dříve. Zatímco někteří autoři zkoumají efekt metody při provádění pohybů pouze zdravou končetinou, kdy paretická končetina zůstává v klidu skryta za zrcadlem a pozorován je zrcadlový odraz pohybů zdravé končetiny, jiní naopak uvádějí metodu ZT jako jednu z technik bilaterálního tréninku, při němž se obě horní končetiny pohybují současně a pokud

možno symetricky. V rámci práce jsme využili právě druhý zmíněný způsob, jelikož na principu interhemisferální interakce dochází při simultánním pohybu obou horních končetin k facilitaci lézí postižené hemisféry a tím i k funkční obnově paretické HK. Aktivizace iktem nezasažené končetiny má své opodstatnění i proto, že v důsledku CMP dochází také k postižení té části vláken kortikospinální dráhy, jež má pod kontrolou distální části nepostižené končetiny. Dalším důvodem byla snaha zaznamenat pomocí povrchové elektromyografie svalovou aktivitu vybraných svalů předloktí paretické HK přímo při provádění stanovených pohybů v rámci jednotlivých variant – pohyblivost končetiny tedy musela být aktivní.

V rámci každé varianty prováděli probandi čtyři předem stanovené pohyby, zvolené pro účely experimentu na základě protokolů využitých v dostupných klinických studiích a s ohledem na jejich obvyklé funkční zařazení v rámci komplexních pohybů horní končetinou, jako je úchop či manipulace s předmětem.

5.3 Limity práce

Přes veškerou snahu vyvarovat se faktorům, které by mohly mít vliv na výsledky experimentu, má práce několik limitů, které zde budou diskutovány.

Významným limitem práce byl nízký počet probandů – i přes relativně velký počet teoreticky vhodných kandidátů jich poměrně velká část nesplňovala vstupní podmínky pro zahrnutí do experimentálního souboru. Nejčastější příčinou pro vyřazení potencionálního probanda z experimentálního souboru byla neschopnost jakéhokoli aktivního pohybu paretickou HK z důvodu příliš vysokého stupně spasticity či naopak totální plegie končetiny. Několik dalších pacientů nemohlo být do souboru zařazeno z důvodu jiné příčiny parézy horní končetiny (důsledky traumatického poranění mozkové tkáně, diagnóza roztroušené sklerózy).

Dalším limitem byla poměrně vysoká nehomogenita experimentálního souboru. Při výběru pacientů nebyla zohledněna příčina CMP (ischemie či hemoragie), postižené vaskulární povodí, rozsah léze, či stranové postižení. Kritériem nebyl vzhledem k omezeným možnostem výběru probandů ani interval od prodělání iktu, probandi byli měřeni v různé fázi terapie a byl patrný poměrně rozdílný stupeň motorického postižení i úroveň opětovné obnovy motorických funkcí paretické HK. Pro specifičtější určení vlivu ZT na konkrétní populaci pacientů po CMP by tak bylo logicky žádoucí vytvoření v mnoha ohledech více homogenního souboru.

V rámci experimentu byla hodnocena svalová aktivita pouze dvou svalů předloktí podílejících se na pohybech akra HK. Tyto svaly reprezentují dvě antagonistické skupiny a jejich uložení umožňuje snímání elektrické aktivity prostřednictvím metody povrchové

elektromyografie. Je tedy možné, že při měření hlouběji uložených svalů, většího počtu svalů, případně odlišných svalových skupin, by se výsledky experimentu lišily.

5.4 Východiska pro praxi

Zrcadlová terapie je obecně popisována veskrze jako efektivní terapeutický přístup v léčbě mnoha klinických diagnóz, včetně parézy HK v důsledku CMP. Otázka klinické využitelnosti metody ZT v rehabilitaci paretické HK u pacientů po CMP však není vzhledem k rozporu našich výsledků s výsledky nalezených klinických studií a článků na dané téma jednoduchou záležitostí.

Pokud bychom měli efekt ZT interpretovat na základě výsledků našeho experimentu, docházíme k poměrně nejednoznačnému závěru. Ke změně svalové aktivity v situacích alterace zrakové kontroly nepochybně dochází, nicméně vždy se tak děje v neprospěch varianty na principu ZT, kdy je svalová aktivita nižší než při zbývajících dvou variantách – s přímou vizuální zpětnou vazbou a s vyloučením vizuální zpětné vazby. Tento jev však nemusí být v rámci terapie paretické HK nezbytně chápán jako negativní. Distribuce svalové aktivity v rámci paretické HK se liší v závislosti na stavu, respektive na klinickém stádiu CMP (akutní, chronické). ZT je jedním z přístupů, které mohou být využity v terapii parézy HK již od nejranějšího stádia onemocnění, tedy už v tzv. pseudochabém stádiu, kdy je končetina zcela bez aktivní funkce. V tomto případě je tedy podpora svalové aktivity žádoucí za účelem zlepšení pohybové koordinace a obratnosti HK, a je tedy vhodné aktivitu končetiny podněcovat dostupnými prostředky. Po úvodním stádiu však často dochází k rozvoji spasticity, kde pozorujeme typicky nerovnoměrnou distribuci svalové aktivity v různých svalových skupinách ve smyslu jejího zvýšení (flexorová skupina) či snížení (extenzorová skupina). V tomto případě tedy nelze jednoznačně tvrdit, že žádoucím efektem ZT je celkové zvýšení svalové aktivity.

Přestože vědecky není solidně podložena efektivita metody ZT právě v tomto smyslu, mohli bychom na základě výsledků naší práce v kontextu výše uvedených informací uvažovat o zařazení metody ZT právě v rámci terapie spasticity paretické HK.

Závěry našeho experimentu nepotvrzují efektivitu terapie ve smyslu zvýšení svalové aktivity, a tedy možnost jejího využití za tímto účelem, nicméně v této souvislosti je nutno poukázat na již dříve zmíněné limity práce (nízký počet probandů, vysoká nehomogenita testovaného souboru), které značně omezují integraci zjištěných poznatků do praxe.

Obecně vzato je však zrcadlová terapie finančně nenáročnou a jednoduchou metodou, kterou mohou pacienti po zaučení praktikovat samostatně v domácím prostředí (Amasyali

a Yaliman, 2016, p. 302). Může být využita jak v akutním či subakutním, tak v chronickém stádiu CMP. Vzhledem k tomu, že doposud nebyly prokázány negativní účinky této neinvazivní metody, může být zařazena jako doplňková forma terapie prakticky u všech pacientů v rámci širší, komplexní rehabilitace parézy HK v důsledku CMP.

Minimálně může být metoda ZT nabídnuta jako zpestření probíhající terapie, jelikož poskytuje zajímavý a nový, iluzorní pohled na vlastní končetinu pacienta, a substitucí chybějícího proprioceptivního vstupu z postižené strany těla podporuje její opětovné zařazení do tělesného schématu jiným způsobem než přímou vizuální zpětnou vazbou.

Výsledky práce sice nemohou být vzhledem ke svým limitům plošně aplikovány do praxe na celou rozmanitou populaci pacientů po CMP, nicméně poznatky uvedené dříve v této kapitole by teoreticky mohly pomoci při rozhodování o zařazení této metody do terapie pacientů, u nichž by byla přínosem.

ZÁVĚR

Zrcadlová terapie je zajímavou a relativně novou metodou využitelnou nejen v rámci terapie paretické HK u pacientů po CMP. Součástí teoretické části je přehled doposud nashromážděných poznatků týkajících se principu metody, jejího neurofyziologického podkladu a možností jejího využití v rámci komplexní rehabilitace paretické HK v souladu s evidence based medicine. Na téma samotné svalové aktivity při ZT nacházíme v dostupné literatuře poněkud omezené množství relevantních zdrojů – informace vyplývající z výsledků práce tak byly konfrontovány s dosaženými poznatky a studii, jejichž téma se našemu co nejvíce přibližovalo.

Cílem předkládané práce byla objektivizace změny svalové aktivity vybraných svalů předloktí paretické HK u pacientů po CMP v situacích alterace zrakové kontroly pohybu, včetně principu zrcadlové terapie. Na základě uvedených výsledků můžeme konstatovat, že stanoveného cíle bylo dosaženo – s využitím přístrojové metody povrchové elektromyografie bylo ve třech hypotézách objektivně potvrzeno, že ke změně svalové aktivity v závislosti na typu vizuální zpětné vazby opravdu dochází. V našem případě byla svalová aktivita při provádění pohybů s vizuální zpětnou vazbou z neparetické končetiny na principu ZT vždy nižší, a to jak v porovnání s přímou vizuální zpětnou vazbou z postižené končetiny (kde se v případě dvou pohybů v rámci jednoho svalu jednalo dokonce o statisticky významné rozdíly), tak v porovnání s vyloučením jakékoliv vizuální zpětné vazby.

Nemůžeme tedy potvrdit výsledky doposud provedených studií, jejichž autoři poukazují na pozitivní vliv metody ZT ve smyslu vyšší svalové aktivity bezprostředně při aplikaci metody. Můžeme také celkově polemizovat o významu náhradní vizuální zpětné vazby, která je podle autorů odborné literatury nutná pro provedení pohybu paretickou končetinou jako kompenzace poškozené aferentní stimulace z této končetiny – a to vzhledem k trendu vyšší svalové aktivity během varianty s vyloučením zpětné vazby jak oproti variantě se zrcadlovou zpětnou vazbou, tak v rámci svalu m. flexor carpi radialis oproti variantě s přímou vizuální zpětnou vazbou.

Nicméně je nutno podotknout, že naše výsledky se potýkají s dříve uvedenými limity a pro bližší specifikaci efektu metody ZT na svalovou aktivitu by tedy bylo nutné tyto limity co nejvíce omezit – například užší specifikací měřeného souboru ve smyslu stranového postižení, intervalu od prodělání CMP, či příčiny iktu.

I přes tyto limity snad poskytla naše práce další dílčí informace, ke kterým by mohlo být přihlédnuto při rozvaze o zařazení této metody do terapeutického procesu.

REFERENČNÍ SEZNAM

AGUIAR, L. T., MARTINS, J. C., LARA, E. M., ALBUQUERQUE, J. A., TEIXEIRA-SALMELA, L. F., FARIA, C. D. C. 2016. Dynamometry for the measurement of grip, pinch, and trunk muscles strength in subjects with subacute stroke: reliability and different number of trials. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [on-line]. 20(5), 395–404, [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: doi 10.1590/bjpt-rbf.2014.0173.

ALTSCHULER, E. L., WISDOM, S. B., STONE, L., FOSTER, CH., GALASKO, D., MARK, D., LLEWELLYN, E., RAMACHANDRAN, V. S. 1999. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *The Lancet* [on-line]. 353, 2035–2036, [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=31b245f4-0748-494f-9dfb-9cbf145b0f14%40sessionmgr103>.

AMASYALI, S. Y., YALIMAN, A. 2016. Comparison of the effects of mirror therapy and electromyography-triggered neuromuscular stimulation on hand functions in stroke patients: a pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research* [on-line]. 39(4), 302–307, [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: doi 10.1097/MRR.0000000000000186.

ARYA, K. N., PANDIAN, S., VERMA, R., GARG., R. K. 2011. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: A review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [on-line]. 15(4), 528–37, [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jbmt.2011.01.023.

ARYA, K. N., PANDIAN, S., KUMAR, D., PURI, V. 2015. Task-Based Mirror Therapy Augmenting Motor Recovery in Poststroke Hemiparesis: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [on-line]. 24(8), 1738–48, [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.03.026.

ARYA, K. N. 2016. Underlying neural mechanisms of mirror therapy: Implications for motor rehabilitation in stroke. *Neurology India* [on-line]. 64(1), 38–44, [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: doi 10.4103/0028-3886.173622.

ACHARYA, S., SHUKLA, S. 2012. Mirror neurons: Enigma of the metaphysical modular brain. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* [on-line]. 2012, 3(2), 118–24, [cit. 2018-02-08]. Dostupné z: doi 10.4103/0976-9668.101878.

- BAR, M., CHMELOVÁ, I. 2011. Péče o pacienta po cévní mozkové příhodě. *Postgraduální medicína* [on-line]. 13(2), 12–22, [cit. 2017-12-20]. ISSN: 1212-4184. Dostupné z: <http://www.osu.cz/dokumenty/monitoringmedii/1517.pdf>.
- BASTLOVÁ, P., JURUTKOVÁ, Z., TOMSOVÁ, J., ZELENÁ, A. 2015. *Výběr klinických testů pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN: 978-80-244-4640-0.
- BHASIN, A., SRIVASTAVA, M. V. P., KUMARAN, S. S., BHATIA, R., MOHANTY, S. 2012. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: A functional magnetic resonance imaging study. *Neurology India* [on-line]. 60(6), 570–576, [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: doi 10.4103/0028-3886.105188.
- BOHANNON, R. W. 2001. Dynamometer measurements of hand-grip strength predict multiple outcomes. *Perceptual and Motor Skills* [on-line]. 93(2), 323–328, [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: doi 10.2466/pms.2001.93.2.323.
- BOHANNON, R. W. 2008. Hand-Grip Dynamometr Predicts Future Outcomes in Aging Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [on-line]. 31(1), 3–10, [cit. 2018-03-10]. ISSN: 1539-8412. Dostupné z: https://journals.lww.com/jgpt/Fulltext/2008/31010/Hand_Grip_Dynamometry_Predicts_Future_Outcomes_in.2.aspx.
- BONASSI, G., PELOIN, E., OLIGASTRO, C., CERULLI, C., ABBRUZZESE, G., AVANZINO, L. 2016. Mirror Visual Feedback to Improve Bradykinesia in Parkinson's Disease. *Neural Plasticity* [on-line]. 1–11, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.1155/2016/8764238.
- BOUR, A., RASQUIN, S., BOREAS, A., LIMBOURG, M., VERHEY, F. 2010. How predictive is the MMSE for cognitive performance after stroke? *J Neurol* [on-line]. 257, 630–637, [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: doi 10.1007/s00415-009-5387-9.
- BRUNETTI, M., MORKISCH, N., FRITZSCH, C., MEHNERT, J., STEINBRING, J., NIEDEGGEN, M., DOHLE, C. 2015. Potential determinants of efficacy of mirror therapy in stroke patients – A pilot study. *Restorative Neurology and Neuroscience* [on-line]. 33(4), 421–434, [cit. 2018-01-06]. Dostupné z: doi 10.3233/RNN-140421.
- CADMAN, P. 2015. Neuroplasticity: Achieve the Best Outcomes with Neurological Patients. *Physical Therapy Products* [on-line]. 26(6), 14–17, [cit. 2017-12-15]. ISSN: 1059096X.

Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=1ab6709f-5db1-4ebf-b3a0-657528cdc91e%40sessionmgr101>.

CAIRES, T. A., RODRIGUEZ MARTIHNO FERNANDES, L. F., PATRIZZI, L. J., DE ALMEIDA OLIVEIRA, R., PASCUCCI SANDE DE SOUZA, L. A. 2017. Immediate effect of mental practice with and without mirror therapy on muscle activation in hemiparetic stroke patients. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [on-line]. 21(4), 1024–1027, [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jbmt.2016.12.010.

CARRASCO, D. G., CANTALAPIEDRA, J. A. 2012. Effectiveness of motor imagery or mental practice in functional recovery after stroke: a systematic review. *Neurología* [on-line]. 31(1), 43–52, [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: doi 10.1016/j.nrl.2013.02.003.

CARVALHO, D., TEIXEIRA, S., LUCAS, M., YUAN, T.-F., CHAVES, F., PERESSUTI, C., MACHADO, S., BITTENCOURT, J., MENÉNDEZ-GONZÁLES, M., NARDI, A. E., VELASQUES, B., CAGY, M., PIEDADE, R. RIBIERO, P., ARIAS-CARRIÓN, O. 2013. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation. *International Archives of Medicine* [on-line]. 6(41), 1–7, [cit. 2018-01-07]. Dostupné z: doi 10.1186/1755-7682-6-41.

COLEMAN, E. R., MOUDGAL, R., LANG, K., HYACINTH, H. I., AWOSIKA, O. O., KISSELA, B. M., FENG, W. 2017. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review. *Curr Atheroscler Rep* [on-line]. 19(59), 1–12, [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: doi 10.1007/s11883-017-0686-6.

CRAMER, S. C. 2008. Repairing the Human Brain after Stroke: I. Mechanisms of Spontaneous Recovery. *Annals of Neurology* [on-line]. 63(9), 272–287, [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: doi 10.1002/ana.21393.

DECONINCK, F. J. A., SMORENBURG, A. R. P., BENHAM, A., LEDEBT, A., FELTHAM, M. G., SAVELSBERGH, G. J. P. 2015. Reflections on Mirror Therapy: A Systematic Review of the Effect of Mirror Visual Feedback on the Brain. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [on-line]. 29(4), 349–361, [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: doi 10.1177/1545968314546134.

DE LUCA, C. J. 1997. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics* [on-line]. 13(2), 135–163, [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: doi 10.1123/jab.13.2.135.

DESROSIERS, J., NOREAU, L., ROCHETTE, A., BOUBONNAIS, D., BRAVO, G., BOURGET, A. 1994. Predictors of long-term participation after stroke. *Distability and*

Rehabilitation [on-line]. 28(4), 221–230, [cit. 2018-03-12]. ISSN: 1464-5165. Dostupné z: doi 10.1080/09638280500158372.

DOUSSOULIN, A., ARANCIBIA, M., SAIZ, J., SILVA, A., LUENGO, M., SALAZAR, A. P. 2017. Recovering functional independence after a stroke through Modified Constraint-Induced Therapy. *NeuroRehabilitation* [on-line]. 40(2), 234–249, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.3233/NRE-161409.

DUFEK, M. 2002. Cévní mozkové příhody, obecný úvod a klasifikace. *Interní medicína – mezioborové přehledy* [on-line]. 4(6), 5–10, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2002/06/10.pdf>.

DUPALOVÁ, D., ZAATAR, A., M., Z. 2015. Problematika použití povrchové elektromyografie – poznámky k vybraným aspektům aplikace v léčebné rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [on-line]. 22(1), 26–30, [cit. 2017-12-19]. ISSN: 1211-2658. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=2a2c3093-4211-46ea-a082-68d259250ddc%40sessionmgr4006>.

EZENDAM, D., BONGERS, R. M., JANNINK, M. J. A. 2009. Systematic review of the effectiveness of mirror therapy in upper extremity function. *Disability and Rehabilitation* [on-line]. 31(26), 2135–2149, [cit. 2018-01-08]. ISSN: 0963-8288. Dostupné z: doi 10.3109/09638280902887768.

FUJII, Y., NAKADA, T. 2003. Cortical reorganization in patients with subcortical hemiparesis: neural mechanisms of functional and prognostic implication. *J Neurosurg* [on-line]. 98, 64–73, [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: doi 10.3171/jns.2003.98.1.0064.

FUKUMURA, K., SUGAWARA, K., TANABE, S., USHIBA, J., TOMITA, Y. 2007. Influence of mirror therapy on human motor cortex. *Intern. J. Neuroscience* [on-line]. 117, 1039–1048, [cit. 2018-02-22]. ISSN: 1543-5245. Dostupné z: doi 10.1080/00207450600936841.

GREEN, J. B. 2003. Brain Reorganization After Stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation* [on-line]. 10(3), 1–20, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.1310/H65X-23HW-QL1G-KTNQ.

GREEN, L. B. 2007. Assessment of Habitual Physical Activity and Paretic Arm Mobility Among Stroke Survivors by Accelerometry. *Topics in Stroke Rehabilitation* [on-line]. 14(6), 9–21, [cit. 2018-03-14]. ISSN: 1945-5119. Dostupné z: doi 10.1310/tsr1406-9.

GUO, F., XU, Q., ABO SALEM, H., M., YAO, Y., LOU, J., HUANG, X. 2016. The neuronal correlates of mirror therapy: A functional magnetic resonance imaging study on mirror-induced visual illusions of ankle movements. *Brain Res* [on-line]. 1639, 186–193, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.1016/j.brainres.2016.03.002.

GURBUZ, N., ASFAR, S., I., AYAS, S., COSAR, S., N. 2016. Effect of mirror therapy on upper extremity motor function in stroke patients: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci* [on-line]. 28(9), 2501–2506, [cit. 2. 2018-01-08]. ISSN: 2187-5626. Dostupné z: doi 10.1589/jpts.28.2501.

HANCU, A., DEACU, M., BOSOTEANU, M. 2015. Stroke – correlations between clinical examination, imaging findings and microscopical aspects. *Romanian Journal of Neurology* [on-line]. 14(3), 150–157, [cit. 2017-12-28]. ISSN: 1843-8148. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=9cce983b-c289-4568-85fa-bf6d660097cc%40sessionmgr103>.

CHAN, W. Ch., AU-YEUNG, S. S. Y. 2018. Recovery in the Severely Impaired Arm Post-stroke after Mirror Therapy – a Randomized Controlled Study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* [on-line]. 70(4), [cit. 2018-04-29]. ISSN: 0894-9115. Dostupné z: doi 10.1097/PHM.0000000000000919.

CHO, H.-S., CHA, H.-G. 2015. Effect of mirror therapy with tDCS on functional recovery of the upper extremity of stroke patients. *J. Phys. Ther. Sci.* [on-line]. 27(4), 1045–1047, [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: doi 10.1589/jpts.27.1045.

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* [on-line]. 49(3), 311–317, [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2013N03A0311>.

JOHANSSON, B. B. 2011. Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity. *Acta Neurologica Scandinavica* [online]. 123, 147–159, [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: doi 10.1111/j.1600-0404.2010.01417.x.

KELLY, A., BLACKWELL, A., HELMS-JAYE, S., CHEEK, T., COLLINS, KEARRA, DOLBOW, D. R. 2014. The Effects of Constraint-Induced Movement Therapy Post-Stroke.

Clinical Kinesiology [online]. 68(4), 25–28, [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=31b245f4-0748-494f-9dfb-9cbf145b0f14%40sessionmgr103>.

KIM, K., LEE, S., KIM, D., LEE, K., KIM, Y. 2016. Effects of mirror therapy combined with motor tasks on upper extremity function and activities daily living of stroke patients. *J Phys Ther Sci* [on-line]. 28(2), 483–487, [cit. 2018-02-12]. ISSN: 2187-5626. Dostupné z: doi 10.1589/jpts.28.483.

KIM, H., LEE, G. CH., SONG, CH. H. 2013. Effect of Functional Electrical Stimulation with Mirror Therapy on Upper Extremity Motor Function in Poststroke Patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. 23(4), 655–661, [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.06.017.

KOLÁŘ, P. et al. 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN: 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘOVÁ, B., MARKOVÁ, M., STACHO, J., SZMEKOVÁ, L. 2015. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci – možnosti vyšetření a terapie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN: 978-80-244-4266-2.

KONRAD, P. 2005. *The ABC of EMG – A practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. USA: Noraxon INC. ISBN: 0-9771622-1-4. Dostupné z: <http://www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf>.

KRAKAUER, J. W. 2005. Arm Function after Stroke: From Physiology to Recovery. *Seminars in Neurology* [on-line]. 25(4), 384–395, [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: doi 10.1055/s-2005-923533.

KRAKAUER, J. W., CARMICHAEL, S. T., CORBETT, D., WITTENBERG, G. F. 2012. Getting Neurorehabilitation Right: What Can Be Learned From Animal Models? *Neurorehabilitation and Neural Repair* [on-line]. 26(8), 923–931, [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: doi 10.1177/1545968312440745.

KUMRU, H., ALBU, S., PELAYO, R., ROTHWELL, J., OPISSO, E., LEON, D., SOLER, D., TORMOS, J. M. 2016. Motor Cortex Plasticity during Unilateral Finger Movement with Mirror Visual Feedback. *Neural Plasticity* [on-line]. 1–8, [cit. 2018-01-12]. Dostupné z: doi 10.1155/2016/6087896.

- KWAKKEL, G., KOLLEN, B. J., KREBS, H. I. 2008. Effects of Robot-Assisted Therapy on Upper Limb Recovery After Stroke: A Systematic Review. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [on-line]. 22(2), 111–121, [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: doi 10.1177/1545968307305457.
- LAMONT, K., CHIN, M., KOGAN, M. 2011. Mirror Box Therapy – Seeing is Believing. *Explore* [on-line]. 7(6), 369–372, [cit. 2018-02-12]. ISSN: 1550-8307. Dostupné z: doi 10.1016/j.explore.2011.08.002.
- LANG, C. E., BLAND, M. D., BAILEY, R. R., SCHAEFER, S. Y., BIRKENMEIER, R. L. 2013. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity following stroke: foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy* [on-line]. 26(2), 104–115, [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jht.2012.06.005.
- LANGHORNE, P., BERNHARDT, J., KWAKKEL, G. 2011. Stroke rehabilitation. *The Lancet* [on-line]. 377(9778), 1693–1702, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.1016/S0140-6736(11)60325-5.
- LIM, K.-B., LEE, H.-J., YOO, J., YUN, H.-J., HWANG, H.-J. 2016. Efficacy of Mirror Therapy Containing Functional Tasks in Poststroke Patients. *Ann Rehabil Med* [on-line]. 40(4), 629–636, [cit. 2018-02-12]. ISSN: 2234-0653. Dostupné z: doi 10.5535/arm.2016.40.4.629.
- LIN, K.-C., CHEN, Y.-T., HUANG, P.-C., WU, C.-Y., HUANG, W.-L., YANG, H.-W., LAI, H.-T., LU, H.-J. 2014. Effect of mirror therapy combined with somatosensory stimulation on motor recovery and daily function in stroke patients: A pilot study. *Journal of the Formosan Medical Association* [on-line]. 113(7), 422–428, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jfma.2012.08.008.
- LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. 2015. *Rehabilitace po náhlé cévní mozkové příhodě*. Praha: Galén. ISBN: 978-80-7492-225-1.
- LISA, L. P., JUGHTERS, A., KERCKHOFS, E. 2013. The effectiveness of different treatment modalities for the rehabilitation of unilateral neglect in stroke patients: A systematic review. *Neurorehabilitation* [on-line]. 33(4), 611–620, [cit. 2018-02-15]. ISSN: 1878-6448. Dostupné z: doi 10.3233/NRE-130986.
- MACHADO, S., LATTARI, E., PAES, F., ROCHA, N. B. F., NARDI, A. E., ARIAS-CARRIÓN, O., MURA, G., YUAN, T.-F., CARTA, M. G., CAMPOS, C. 2016. Mental Practice Combined with Motor Rehabilitation to Treat Upper Limb Hemiparesis of Post-Stroke

Patients: Clinical and Experimental evidence. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health* [on-line]. 12, 9–13, [cit. 2018-03-19]. ISSN: 1745-0179. Dostupné z: doi 10.2174/1745017901612010009.

MALOUIN, F., PICHARD, L., BONNEAU, CH., DURAND, A., CORRIVEAU, D. 1994. Evaluating Motor Recovery Early After Stroke: Comparison of the Fugl-Meyer Assessment and the Motor Assessment Scale. *Arch Phys Med Rehabil* [on-line]. 75(11), 1206–1212, [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: doi 10.1016/0003-9993(94)90006-X.

McCABE, C. 2011. Mirror Visual Feedback Therapy. A practical Approach. *Journal of Hand Therapy* [o-nline]. 24(2), 170–179, [cit. 2018-01-17]. ISSN: 0894-1130. Dostupné z: doi 10.1016/j.jht.2010.08.003.

MICKEVIČIENĒ, D., BATKUTĒ, J., SKURVYDAS, A., KARANAUSKIENĒ, D., MICKEVIČIUS, M. 2015. Effect of the application of constraint-induced movement therapy on the recovery of affected hand function after stroke. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences* [on-line]. 97(2), 15–22, [cit. 2017-12-15]. ISSN: 2351-6496. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=d8c9d073-748f-404b-941d-e262f8c10760%40sessionmgr102>.

MICHELSEN, M. E., SELLES, R. W., VAN DER GEEST, J. N., ECKHARDT, M., YAVUZER, G., STAM, H. J., SMITS, M., RIBBERS, G. M., BUSSMANN, J. B. J. 2011. Motor Recovery and Cortical Reorganization After Mirror Therapy in Chronic Stroke Patients: A Phase II Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [on-line]. 25(3), 223–233, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: doi 10.1177/1545968310385127.

NISTOR, A.-R., ONAC, I., PERJU-DUMBRAVA, L., BORDA, I. M., CIORTEA, V., IRSAY, L., TOHANEAN, N., VER, I., UNGUR, R. 2017. Mirror therapy in neurological rehabilitation. *Palestrica of the third millennium – Civilization and Sport* [on-line]. 18(3), 163–168, [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: [http://pm3.ro/pdf/69/PM3_Nr.3\(69\)_2017m.pdf#page=43](http://pm3.ro/pdf/69/PM3_Nr.3(69)_2017m.pdf#page=43).

OPA VSKÝ, J. 2003. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN: 802440625X.

OZTOP, E., KAWATO, M., ARBIB, M. A. 2012. Mirror neurons: Functions, mechanisms and models. *Neuroscience Letters* [on-line]. 540, 43–55, [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: doi 10.1016/j.neulet.2012.10.005.

- PAIK, Y.-R., KIM, S.-K., LEE, J.-S., JEON, B.-J. 2014. Simple and Task-oriented Mirror Therapy for Upper Extremity Function in Stroke Patients: A Pilot Study. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy* [on-line]. 1–7, [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: doi 10.1016/j.hkjot.2014.01.002.
- PARK, J.-Y., CHANG, M., KIM, K.-M., KIM, H.-J. 2015. The effect of mirror therapy on upper-extremity function and activities of daily living in stroke patients. *J Phys Ther Sci* [on-line]. 27(6), 1681–1683, [cit. 2018-02-15]. ISSN. 2187-5626. Dostupné z: doi 10.1589/jpts.27.1681.
- PANDIAN, J. D., ARORA, R., KAUR, P. SHARMA, D. VISHWAMBARAN, D. K., ARIMA, H. 2014. Mirror Therapy in Unilateral Neglect After Stroke (MUST trial). *American Academy of Neurology* [on-line]. 83(9), 1012–1017, [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: doi 10.1212/WNL.0000000000000773.
- PASQUET, T., GAILLARD, F., NEWMAN, C. J., GYGAX, M. J., LE CORNEC, C., BONAN, I., RAUSCENT, H. 2016. Feasibility of a self-rehabilitation program by mirror therapy in children with hemiplegic cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [on-line]. 59, Supplement, 9, [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: doi 10.1016/j.rehab.2016.07.023.
- PLATZ, T., SCHMUCK, L. 2016. Armrehabilitation: Aktueller Kenntnissstand und Therapieansätze. *Der Nervenarzt* [on-line]. 87(10), 1057–1061, [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: doi 10.1007/s00115-016-0187-9.
- RADAJEWSKA, A., OPARA, J. A., KUCIO, C., BLASCZYSZYN, M., MEHLICH, K., SZCZYGIEL, J. 2013. The effects of mirror therapy on arm and hand function in subacute stroke in patients. *International Journal of Rehabilitation Research* [on-line]. 36(3), 268–274, [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: doi 10.1097/MRR.0b013e3283606218.
- RADAJEWSKA, A., OPARA, J., BILIŃSKI, G., KACZOROWSKA, A., NAWRAT-SZOLTYSIK, A., KUCIŃSKA, A., LEPSY, E. 2016. Effectiveness of Mirror Therapy for Subacute Stroke in Relation to Chosen Factors. *Rehabilitation Nursing* [on-line]. 0, 1–8, [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: doi 10.1002/rnj.275.
- RAGHAVAN, P. 2015. Upper Limb Motor Impairment Post Stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [on-line]. 26, 599–610, [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: doi 10.1016/j.pmr.2015.06.008.

RAMACHANDRAN, V. S., ALTSCHULER, E. L. 2009. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain* [on-line]. 132, 1693–1710, [cit. 2018-02-30]. Dostupné z: doi 10.1093/brain/awp135.

RAMACHANDRAN, V. S., ROGERS-RAMACHANDRAN, D., COBB, S. 1995. Touching the phantom limb. *Nature* [on-line]. 377, 489–490, [cit. 12. 2. 2018]. Dostupné z: doi 10.1038/377489a0.

SACCO, R., L., KASNER, S., E., BRODERICK, J., P., CAPLAN, L., R., CONNORS, J., J., GEORGE, M. G., HAMDAN, A. D., HIGASHIDA, R. T., HOH, B. L., JANIS, L. S., KASE, C. S., KLEINDORFER, D. O., LEE, J.-M., MOSELEY, M. E., PETERSON, E. D., TURAN, T. N., VALDERAMA, A. L., VINTERS, H. V. 2013. An Updated Definition of Stroke for the 21st Century. *Stroke* [on-line]. 44(7), 2064–2089, [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: doi 10.1161/STR.0b013e318296aeca.

SALE, P., FRANCESCHINI, M., PALMA, E., AGOSTI, M., POSTERARO, F. 2014. Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [on-line]. 11(104), 1–8, [cit. 12. 2. 2018]. Dostupné z: doi 10.1186/1743-0003-11-104.

SAMUELKAMALESHKUMAR, S., REETHAJANETSUREKA, S., PAULJEBARAJ, P., BENSAMIR, B., PADANKATTI, S. M., DAVID, J. A. 2014. Mirror Therapy Enhances Motor Performance in the Paretic Upper Limb After Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [on-line]. 95(11), 1–6, [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: doi 10.1016/j.apmr.2014.06.020.

SHIH, T.-Y., WU, C.-Y., LIN, K.-C., CHENG, C.-H., HSIEH, Y.-W., CHEN, C.-L., LAI, C.-J., CHEN, C.-C. 2017. Effects of action observation therapy and mirror therapy after stroke on rehabilitation outcomes and neural mechanisms by MEG: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* [on-line]. 18(459), 1–8, [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: doi 10.1186/s13063-017-2205-z.

SIMKINS, M., JACOBS, A. B., BYL, N., ROSEN, J. 2014. Stroke-induced synergistic phase shifting and its possible implications for recovery mechanisms. *Exp Brain Res* [on-line]. 232, 3489–3499, [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: doi 10.1007/s00221-014-4035-5.

- STOYKOV, M. E., CORCOS, D. 2009. A review of bilateral training for upper extremity hemiparesis. *Occupational Therapy International* [on-line]. 16(3-4), 190–203, [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: doi 10.1002/oti.
- SUMMERS, J. J., KARGERER, F. A., GARRY, M. I., HIRAGA, C. Y., LOFTUS, A., CAURAUGH, J. H. 2007. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: a TMS study. *Journal of the Neurological Sciences* [on-line]. 252, 76–82, [cit. 2018-02-19]. ISSN: 0022-510X. Dostupné z: doi 10.1016/j.jns.2006.10.011.
- SÜSS, V., KRAČMAR, B., PRAVEČKOVÁ, P., MATOŠKOVÁ, P., ČUŘÍKOVÁ, L. 2011. Evalutaion of movement competences by means of surface electromyography. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae* [on-line]. 51(2), 13–22, [cit. 2017-12-29]. ISBN: 978-80-223-3109-8. Dostupné z: https://www.fsport.uniba.sk/fileadmin/ftvs/Veda/acta_facultatis/2011_AFEPUC_PUBLICATION_LI-II.pdf#page=13.
- TOH., S. F. M., FONG, K. N. K. 2012. Systematic Review on the Effectiveness of Mirror Therapy in Training Upper Limb Hemiparesis after Stroke. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy* [on-line]. 22(2), 84–95, [cit. 2018-02-14]. ISSN: 1569-1861. Dostupné z: doi 10.1016/j.hkjot.2012.12.009.
- TROJAN, S., POKORNÝ, J. 1997. Teoretický a klinický význam neuroplasticity. *Bratislavské lékařské listy* [on-line]. 98(12), 667–673, [cit. 2018-02-15]. ISSN: 1336-0345. Dostupné z: <http://bmj.fmed.uniba.sk/1997/09812-03.pdf>.
- VOTAVA, J. 1996. Pohybová soustava z klinického hlediska – speciální část. In: TROJAN, S. et al. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada, Avicenum. ISBN: 80-7169-257-3.
- VÉLE, F. 1997. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, Avicenum. ISBN: 80-7169-256-5.
- VEERBEEK, J. M., VAN WEGEN, E., VAN PEPPEN, R., VAN DER WEES, P. J., HENDRIKS, E., RIETBERG, M., KWAKKEL, G. 2013. What is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* [on-line]. 9(2), 1–33, [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: doi 10.1371/journal.pone.0087987.
- WANG, J., FRITZSCH, C., BERNARDING, J., KRAUSE, T., MAURITZ, K.-H., BRUNETTI, M., DOHLE, CH. 2013. Cerebral activation evoked by the mirror illusion of the

hand in stroke patients compared to normal subjects. *NeuroRehabilitation* [on-line]. 33, 593–603, [cit. 2017-12-12]. ISSN: 1053-8135. Dostupné z: doi 10.3233/NRE-130999.

WITTKOPF, P. G., JOHNSON, M. I. 2017. Mirror therapy: A potential intervention for pain management. *Rev Assoc Med Bras* [on-line]. 63(11), 1000–1005, [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: doi 10.1590/1806-9282.63.11.1000.

YAVUZER, G., SELLES, R., SEZER, N., SÜTBEYAZ, S., BUSSMANN, J. B., KÖSEOĞLU, F., ATAY, M. B., STAM, H. J. 2008. Mirror Therapy Improves Hand Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* [on-line]. 89, 393–398, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: doi 10.1016/j.apmr.2007.08.162.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADL	– Activities of Daily Living (aktivity běžného života)
ARAT	– Action Research Arm Test
BVF	– bez vizuálního feedbacku
CIMT	– constraint induced movement therapy
CMP	– cévní mozková příhoda
CNS	– centrální nervový systém
DMO	– dětská mozková obrna
EMG	– elektromyografie
EX	– extenze
FL	– flexe
FMA	– Fugel-Meyer Assessment
FMA-UA	– část testu FMA pro paži a předloktí
FMA-WH	– část testu FMA pro zápěstí a ruku
HK	– horní končetina
KRBS	– komplexní regionální bolestivý syndrom
LHK	– levá horní končetina
MAS	– Modified Ashworth Scale
M. ECR	– m. extenzor carpi radialis
M. FCR	– m. flexor carpi radialis
MMSE	– Mini-Mental State Examination
pEMG	– povrchová elektromyografie
PF-DF	– pohyb palmární flexe–dorzální flexe
PHK	– pravá horní končetina
PN	– Parkinsonova nemoc
PS	– pronosupinační pohyb
PVF	– přímý vizuální feedback z postižené končetiny
RHB	– rehabilitace
RMS	– root mean square
ZT	– zrcadlová terapie
ZVF	– zrcadlový vizuální feedback z nepostižené horní končetiny

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1	Schématické zobrazení provedení ZT (Arya, 2016)	16
Obrázek 2	Graf – Porovnání průměrných hodnot při variantě ZVF vůči variantě PVF (normativní hodnota 1)	37
Obrázek 3	Graf – Porovnání průměrných hodnot při variantě BVF vůči variantě PVF (normativní hodnota 1)	39
Obrázek 4	Graf – Porovnání průměrných hodnot při variantě ZVF a BVF	41
Tabulka 1	Popisné statistiky měřených pohybů, výsledky testu průměru hodnot při variantě ZVF vůči normativní hodnotě 1	36
Tabulka 2	Popisné statistiky měřených pohybů, výsledky testu průměru hodnot při variantě BVF vůči normativní hodnotě 1	38
Tabulka 3	Popisné statistiky měřených pohybů, výsledky párového t-testu variant ZVF a BVF	40

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Informovaný souhlas pacienta schválený etickou komisí FZV (vzor)	68
Příloha 2	Příklad plného znění klinického testu MMSE	70
Příloha 3	Příklad plného znění klinického testu ARAT	72
Příloha 4	Modifikovaná Ashworthova škála spasticity	73
Příloha 5	Anamnestické údaje experimentálního souboru	74
Příloha 6	Tabulkové zpracování naměřených hodnot svalové aktivity	75
Příloha 7	Fotodokumentace	77

PŘÍLOHY

Příloha 1 Informovaný souhlas pacienta schválený etickou komisí FZV (vzor)

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: **Aktivita svalstva paretické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě při využití zrcadlové terapie (objektivizace pomocí EMG).**

Období realizace: listopad 2017–březen 2018

Řešitelé projektu: Bc. Viktorie Antolíková, Mgr. et Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.

Vážená paní, vážený pane,

obracím se na Vás se žádostí o spolupráci při sběru dat pro výzkumnou část mé diplomové práce. Cílem práce je zjistit účinek zrcadlové terapie u pacientů po cévní mozkové příhodě na svalovou aktivitu horní končetiny. Měření se uskuteční v kineziologické laboratoři Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc.

Zrcadlová terapie je jednoduchou fyzioterapeutickou metodou, kdy při sledování pohybu zdravé ruky v zrcadle dochází k iluzi, že i postižená ruka se neomezeně pohybuje. Mozek tak získává novou informaci a zlepšuje se vnímání postižené končetiny. Měření probíhá vsedě u stolu, na oblast předloktí postižené horní končetiny jsou umístěny elektromyografické elektrody pro snímání svalové aktivity, velmi podobné těm, které znáte z měření EKG a akcelerometr, který snímá zahájení pohybu. Poté dle pokynů vykonáváte určené pohyby zdravou rukou a sledujete její pohyb dle pokynů vyšetřujícího. To je současně zaznamenáváno na připojenou videokameru, zabírající pohyby horních končetin. Před měřením budete vyšetřen/a pomocí třech hodnotících škál: Mini Mental State Examination (pro zjištění Vašich poznávacích schopností), Action Research Arm Test (pro zjištění Vašich schopností aktivně pohybovat postiženou končetinou) a Modifikovaná Ashworthova škála (pro určení míry omezení pasívní pohyblivosti postiženou končetinou). Celkově doba měření nepřesáhne 60 minut. Z účasti nevyplývají žádná rizika, pro lepení elektrod budou použity hypoalergenní zdravotnické náplasti.

Pokud s účastí na diplomové práci souhlasíte, připojte, prosím, podpis, kterým vyjadřujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedené diplomové práci. Řešitelka práce mě informovala o podstatě výzkumu a jeho cílech. Seznámila mě s metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, stejně jako s výhodami a riziky, které pro mě z účasti na projektu vyplývají.

Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu budou anonymně publikovány s ohledem na dodržení pravidel ochrany osobních dat. Povoluji řešitelce nahlédnutí do mé zdravotnické dokumentace v nezbytně nutném rozsahu pro získání údajů. Rovněž souhlasím s pořízením videodokumentace, z níž vytvořené snímky mohou být v práci anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost si vše důkladně, v klidu a v dostatečném množství času zvážit, měl/a jsem možnost se řešitelky zeptat na vše, co jsem považoval/a za podstatné a potřebné vědět. Na tyto dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na diplomové práci odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Tento informovaný souhlas je vytvořen ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží moje osoba (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitelka diplomové práce.

Jméno, příjmení a podpis řešitelky DP:

Viktorie Antolíková _____

V Olomouci dne: _____

Jméno, příjmení a podpis účastníka (zákonného zástupce) DP:

V Olomouci dne: _____

MINI-MENTAL STATE EXAMINATION - ZÁZNAMOVÝ LIST

Jméno / rok narození _____ _____ _____	Datum vyšetření							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	den	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	měsíc	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
rok	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

1. ORIENTACE

Jaký den v týdnu je dnes?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kolikátého je dnes? Jaké je dnes datum?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Který měsíc v roce je nyní?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Který rok je nyní?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Jaké je nyní roční období?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ve kterém státě jsme?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ve kterém okrese jsme?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ve kterém městě jsme?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Jak se jmenuje tato nemocnice (zdravotnické zařízení)?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ve kterém poschodí se nacházíme?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2. ZAPAMATOVÁNÍ

Bezprostřední reprodukce tří předmětů:	citron	lopata	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	klíč	šátek	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	babička	váza	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3. POZORNOST A POČÍTÁNÍ

Opakované odečítání čísla 7 od čísla 100 nebo hláskování slova POKRM pozpátku	100		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	93	M	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	86	R	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	79	K	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	72	O	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	65	P	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4. PAMĚŤ, VÝBAVNOST

Reprodukce tří předmětů z bodu 2:	lopata	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	šátek	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	váza	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5. POJMENOVÁNÍ

Ukažte náramkové hodinky:	"Co je to?"	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ukažte tužku:	"Co je to?"	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

6. OPAKOVÁNÍ

Opakování věty:	"Žádné kdyby anebo ale".	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
-----------------	--------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

7. TŘÍSTUPŇOVÝ PŘÍKAZ

Porozumění (sdělený třístupňový příkaz):

"Vezměte tento papír do vaší pravé ruky,
přeložte ho jednou na polovinu oběma rukama
a položte na zem".

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. ČTENÍ A SPLNĚNÍ PŘÍKAZU

Porozumění (písemný jednostupňový povel):

ZAVŘETE OČI

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

9. PSANÍ

Napsání věty

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

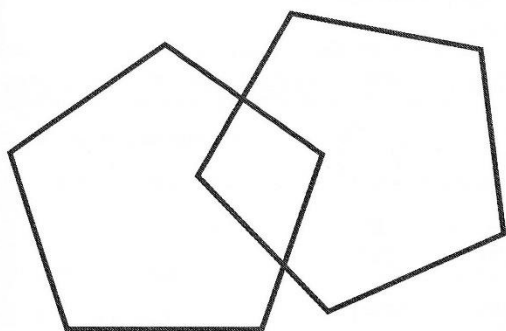
10. OBKRESLOVÁNÍ

Obkreslení předlohy průniku dvou pětiúhelníků

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

CELKOVÉ SKORE

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------



ZAVŘETE OČI

Příloha 3 Příklad plného znění klinického testu ARAT (Bastlová et al., 2015, p. 93)

All items are rated on a four-point ordinal scale (0 = no movement possible, 3 = performed normally).

Subtest Grasp

- 1) Block 10 cm (If score = 3, total for subtest Grasp = 18 and proceed to subtest Grip)
- 2) Block 2,5 cm (If score = 0, total = 0 and proceed to subtest Grip)
- 3) Block 5 cm
- 4) Block 7,5 cm
- 5) Ball 7,5 cm
- 6) Stone

Subtest Grip

- 1) Pour water from glass to glass (If score = 3, total for subtest Grip = 12 and proceed to subtest Pinch)
- 2) Tube 2,25 cm (If score = 0, total for subtest Grip = 0 and proceed to subtest Pich)
- 3) Tube 1 cm
- 4) Washer over bolt

Subtest Pinch

- 1) Ball bearing, 6 mm, 3rd finger and thumb (If score = 3, total for subtest Pinch = 18 and proceed to subtest Gross movements)
- 2) Marble 1st finger and thumb (If score = 0, total for subtest Pinch = 0 and proceed to subtest Gross movements)
- 3) Ball bearing 2nd finger and thumb
- 4) Ball bearing 1st finger and thumb
- 5) Marble 3rd finger and thumb
- 6) Marble 2nd finger and thumb

Subtest Gross movements

- 1) Place hand behind head (If score = 3, total for subtest Gross movements = 9 or if score = 0, total score for subtest Gross movements = 0)
- 2) Place hand on top of head
- 3) Hand to mouth

Příloha 4 Modifikovaná Ashworthova škála spasticity (Opavský, 2003, p. 40)

- 0 – bez zvýšení svalového tonu
- 1 – mírné zvýšení svalového tonu s náznakem odporu a následným uvolněním během pohybu, nebo minimální odpor na konci rozsahu pohybu do FL nebo EX
- 1 + (2) – mírné zvýšení svalového tonu, projevující se „zadržením“ pohybu, následovaným minimálním odporem ve zbývajícím (méně než polovičním) rozsahu pohybu
- 2 (3) – znatelnější zvýšení svalového tonu během většiny rozsahu pohybu, avšak postiženou částí těla lze dosud pohybovat celkem lehce
- 3 (4) – zřetelné zvýšení svalového tonu, pasivní pohyb lze provést jen s obtížemi
- 4 (5) – postižené části těla jsou ztuhlé ve FL nebo EX

Příloha 5 Anamnestické údaje testovaného souboru

Číslo probanda	Pohlaví	Věk	Postižená strana	Dominantní HK	MMSE	ARAT	MAS (akrum)
1	M	71	pravá	pravá	23	35	1+
2	Ž	76	pravá	pravá	26	52	0
3	M	72	levá	pravá	28	57	0
4	Ž	66	pravá	pravá	29	57	2
5	M	62	levá	pravá	27	53	0
6	M	76	pravá	pravá	28	57	1+
7	Ž	72	pravá	pravá	26	29	1+
8	Ž	51	pravá	pravá	29	55	1+
9	M	59	pravá	pravá	25	57	0
10	M	76	levá	pravá	29	57	0
11	M	68	pravá	levá	28	57	2
12	M	67	levá	pravá	30	57	0
13	M	61	levá	levá	27	36	2
14	M	78	pravá	pravá	27	28	2

Legenda: Ž – žena, M – muž, HK – horní končetina, MMSE – Mini-Mental State Examination skóre, ARAT – Action Research Arm Test skóre, MAS – Modified Ashworth Scale skóre

Příloha 6 Tabulkové zpracování naměřených hodnot svalové aktivity

Původní surové hodnoty svalové aktivity pro m. flexor carpi radialis

Číslo probanda	M. FLEXOR CARPI RADIALIS											
	Pronosupinační pohyb			PF-DF			Špetka			Pěst		
	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF
1	3,859	2,394	7,319	5,390	4,375	3,405	3,092	2,639	4,416	2,599	2,262	2,846
2	0,917	1,486	1,439	0,440	0,393	0,477	0,903	0,723	0,577	1,624	1,675	1,563
3	10,556	10,043	6,037	9,667	7,659	4,451	5,230	6,178	4,953	4,496	4,451	5,091
4	1,081	1,135	1,080	2,545	1,717	1,364	1,000	0,925	0,691	1,170	1,328	1,006
5	28,655	17,931	17,753	15,645	4,461	13,031	6,737	7,612	5,214	8,548	7,588	6,436
6	10,220	4,245	11,310	6,584	2,422	3,507	2,599	3,008	4,950	3,267	3,471	6,583
7	5,318	1,477	1,509	8,847	2,778	3,498	1,563	1,008	0,935	2,928	3,837	2,147
8	1,403	1,037	1,622	0,780	0,992	1,171	0,768	0,402	0,706	0,790	0,710	0,923
9	2,632	3,875	2,558	7,044	2,823	2,625	3,781	2,426	3,075	4,943	1,895	2,061
10	11,164	11,361	7,934	29,459	18,273	23,351	11,509	10,919	12,680	14,184	10,039	11,887
11	24,451	29,085	25,887	6,223	7,464	12,296	5,469	7,239	5,774	13,466	9,848	9,563
12	11,254	17,041	5,913	16,509	8,194	12,398	10,758	4,206	6,284	4,039	3,708	2,314
13	5,567	2,641	3,968	3,574	2,312	2,551	3,805	2,190	4,550	4,661	2,805	3,728
14	12,041	3,968	8,006	4,609	4,342	4,325	3,154	1,436	4,117	2,544	2,872	3,117

Legenda: PVF - přímý vizuální feedback z paretické končetiny, ZVF - zrcadlový vizuální feedback z neparetické končetiny, BVF - bez vizuálního feedbacku, PF-DF - pohyb palmární flexe-dorzální flexe

Odpovídající poměrové hodnoty po přepočítání pro m. flexor carpi radialis

Číslo probanda	M. FLEXOR CARPI RADIALIS											
	Pronosupinační pohyb			PF-DF			Špetka			Pěst		
	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF
1	1	0,620	1,896	1	0,812	0,632	1	0,853	1,428	1	0,870	1,095
2	1	1,621	1,569	1	0,894	1,083	1	0,800	0,639	1	1,031	0,962
3	1	0,951	0,572	1	0,792	0,460	1	1,181	0,947	1	0,990	1,132
4	1	1,050	0,999	1	0,675	0,536	1	0,926	0,692	1	1,135	0,859
5	1	0,626	0,620	1	0,285	0,833	1	1,130	0,774	1	0,888	0,753
6	1	0,415	1,107	1	0,368	0,533	1	1,157	1,905	1	1,062	2,015
7	1	0,278	0,284	1	0,314	0,395	1	0,645	0,598	1	1,310	0,733
8	1	0,739	1,156	1	1,272	1,503	1	0,522	0,919	1	0,898	1,168
9	1	1,472	0,972	1	0,401	0,373	1	0,642	0,813	1	0,383	0,417
10	1	1,018	0,711	1	0,620	0,793	1	0,949	1,102	1	0,708	0,838
11	1	1,190	1,059	1	1,199	1,976	1	1,324	1,056	1	0,731	0,710
12	1	1,514	0,525	1	0,496	0,751	1	0,391	0,584	1	0,918	0,573
13	1	0,474	0,713	1	0,647	0,714	1	0,576	1,196	1	0,602	0,800
14	1	0,330	0,665	1	0,942	0,939	1	0,455	1,305	1	1,129	1,225

Legenda: PVF - přímý vizuální feedback z paretické končetiny, ZVF - zrcadlový vizuální feedback z neparetické končetiny, BVF - bez vizuálního feedbacku, PF-DF - pohyb palmární flexe-dorzální flexe

Původní surové hodnoty svalové aktivity pro m. extenzor carpi radialis

Číslo probanda	M. EXTENZOR CARPI RADIALIS											
	Pronosupinační pohyb			PF-DF			Špetka			Pěst		
	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF
1	5,048	1,834	4,613	21,576	10,416	16,836	6,447	8,463	9,530	33,364	14,398	11,231
2	3,057	2,993	3,124	7,893	6,512	7,135	5,903	3,916	5,766	5,766	4,585	9,026
3	4,506	3,936	3,831	15,531	11,776	10,206	11,331	8,877	6,693	7,892	11,144	7,573
4	1,451	2,008	1,856	4,781	5,795	4,385	3,463	3,781	2,591	3,781	3,217	3,136
5	8,194	6,531	8,596	25,256	23,257	19,826	16,622	12,800	18,435	21,114	13,555	20,592
6	9,538	8,128	10,606	27,617	20,774	33,216	18,007	29,234	45,851	31,901	20,565	49,395
7	1,964	2,044	3,331	5,192	4,585	9,277	5,548	6,808	8,001	6,074	6,382	7,428
8	1,558	1,980	2,424	1,979	2,193	2,285	1,874	1,712	1,602	1,716	2,101	2,325
9	1,226	1,057	1,187	8,291	5,861	7,072	2,280	1,903	2,843	2,749	1,568	6,693
10	4,069	5,154	3,043	19,671	31,379	24,171	14,406	12,097	9,365	22,554	30,465	27,848
11	4,785	4,715	5,495	14,933	12,582	15,187	37,993	30,495	20,723	37,102	31,175	29,061
12	7,450	5,758	4,265	21,282	17,754	16,640	10,145	9,626	9,098	7,232	5,593	5,257
13	8,650	4,265	3,824	7,603	2,737	9,935	10,816	4,763	13,204	12,941	5,003	16,373
14	2,986	0,993	3,967	3,192	3,594	4,591	2,033	3,552	3,081	5,307	3,650	6,273

Legenda: PVF - přímý vizuální feedback z paretické končetiny, ZVF - zrcadlový vizuální feedback z neparetické končetiny, BVF - bez vizuálního feedbacku, PF-DF - pohyb palmární flexe-dorzální flexe

Odpovídající poměrové hodnoty po přepočítání pro m. extenzor carpi radialis

Číslo probanda	M. EXTENZOR CARPI RADIALIS											
	Pronosupinační pohyb			PF-DF			Špetka			Pěst		
	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF	PVF	ZVF	BVF
1	1	0,363	0,914	1	0,483	0,780	1	1,313	1,478	1	0,432	0,337
2	1	0,979	1,022	1	0,825	0,904	1	0,663	0,977	1	0,795	1,565
3	1	0,874	0,850	1	0,758	0,657	1	0,783	0,591	1	1,412	0,960
4	1	1,384	1,279	1	1,212	0,917	1	1,092	0,748	1	0,851	0,829
5	1	0,797	1,049	1	0,921	0,785	1	0,770	1,109	1	0,642	0,975
6	1	0,852	1,112	1	0,752	1,203	1	1,623	2,546	1	0,645	1,548
7	1	1,041	1,696	1	0,883	1,787	1	1,227	1,442	1	1,051	1,223
8	1	1,271	1,555	1	1,108	1,155	1	0,914	0,855	1	1,224	1,355
9	1	0,863	0,968	1	0,707	0,853	1	0,834	1,247	1	0,571	2,435
10	1	1,267	0,748	1	1,595	1,229	1	0,840	0,650	1	1,351	1,235
11	1	0,985	1,148	1	0,843	1,017	1	0,803	0,545	1	0,840	0,783
12	1	0,773	0,573	1	0,834	0,782	1	0,949	0,897	1	0,773	0,727
13	1	0,493	0,442	1	0,360	1,307	1	0,440	1,221	1	0,387	1,265
14	1	0,333	1,328	1	1,126	1,438	1	1,747	1,515	1	0,688	1,182

Legenda: PVF - přímý vizuální feedback z paretické končetiny, ZVF - zrcadlový vizuální feedback z neparetické končetiny, BVF - bez vizuálního feedbacku, PF-DF - pohyb palmární flexe-dorzální flexe

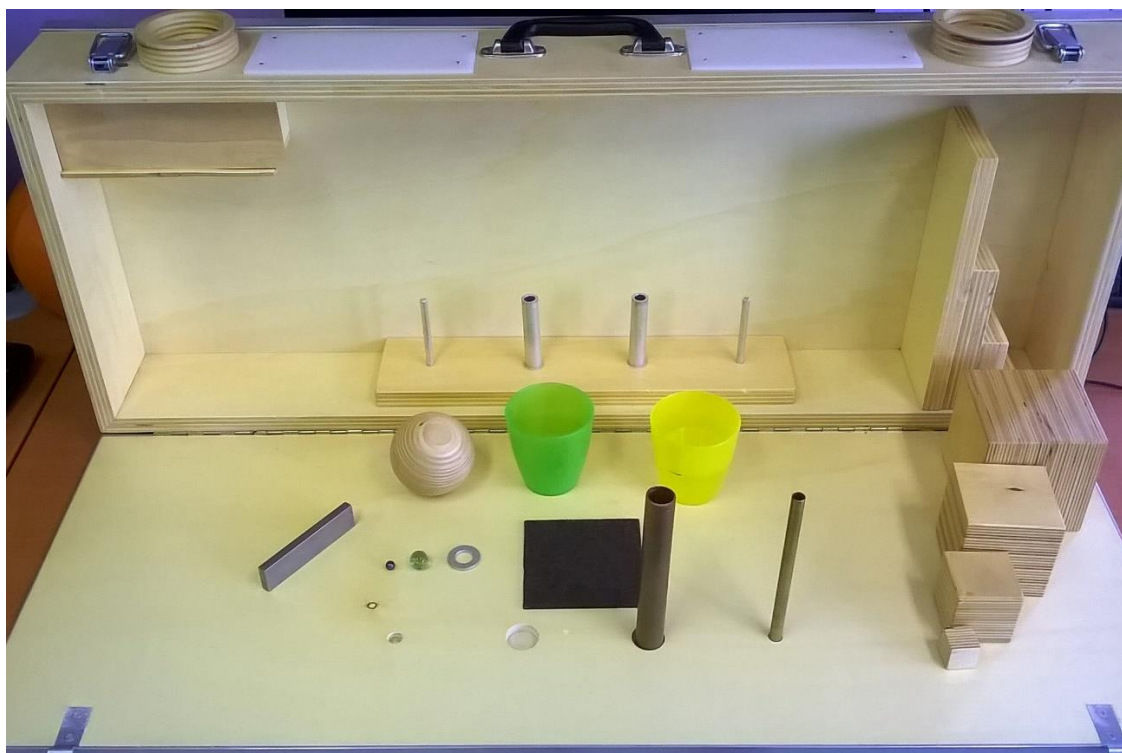
Příloha 7 Fotodokumentace

1) Příklad provádění pohybu při variantě se zrcadlovým vizuálním feedbackem (ZVF)



(vlastní fotodokumentace)

2) Testovací souprava ARAT



(vlastní fotodokumentace)