

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

ÚSTAV FYZIOTERAPIE

Bc. Martina Kypťová

**OBSERVACE POHYBU V RÁMCI FYZIOTERAPIE
PACIENTŮ PO CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODĚ**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Barbora Kolářová, Ph.D.

OLOMOUC 2015

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem zpracovávala samostatně pod odborným vedením Mgr. Barbory Kolářové, Ph.D. a všechny použité literární a elektronické zdroje jsou uvedeny na konci práce.

V Olomouci dne: 18. května 2015

.....

Děkuji Mgr. Barboře Kolářové, Ph.D. za trpělivost při odborném vedení práce a za poskytování cenných rad. Dále děkuji personálu kineziologické laboratoře Rehabilitační kliniky FN Olomouc za umožnění praktické části této práce a za pomoc při řešení problémů s přístroji. V neposlední řadě děkuji Mgr. Dagmar Tečové za konzultaci statistického zpracování výsledků práce.

Tato práce vznikla s podpory grantu „IGA_FZV_2014_003 Observace komplexních účelových pohybů ve fyzioterapii“.

Anotace

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Název práce: Observace pohybu v rámci fyzioterapie pacientů po cévní mozkové příhodě

Název práce v AJ: Action Observation in Physiotherapy of Patients after Cerebrovascular Accident

Datum zadání: 2014-01-31

Datum odevzdání: 2015-05-18

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Bc. Martina Kypťová

Vedoucí práce: Mgr. Barbora Kolářová, Ph.D.

Oponent práce: doc. MUDr. Alois Krobot, Ph.D.

Abstrakt v ČJ: Observace pohybu nebo mentální trénink se stále více využívá jako doplňková terapie motorických funkcí v neurorehabilitaci. Oba přístupy využívají aktivitu mirror neuron systému, který se překrývá s neuronální aktivitou při reálném provedení pohybu, a působí i na aktivitu efektoru. Cílem práce bylo zjistit, zda má Action observation terapie vliv na aktivitu svalů horní končetiny a zda terapie ovlivňuje funkci horní končetiny. Byl sestaven experiment, který pomocí povrchové elektromyografie snímal svalovou aktivitu při observaci nebo představě pohybu napítí se ze sklenice. Měření probíhalo před zahájením terapie a po jejím skončení a bylo doplněno vyšetřením horní končetiny pomocí Action Research Arm testu a vyšetřením schopnosti představy pohybu pomocí Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke. Experimentu se zúčastnilo 10 probandů v subakutní fázi CMP. Výsledky ukazují, že po Action observation terapii se zpřesňuje kvalita představy pohybu a provedení pohybu.

Abstrakt v AJ: Action observation and mental training are more and more getting into neurorehabilitation as complementary therapy of motor functions. Both approaches use activity of mirror neuron system, which shares neural activity of real movement execution, and affects activity of final effectors. The goal of experimental part is to determine whether and in which way does Action observation therapy affect muscle activity and if it affects upper limb function. There is an electromyographic experiment which examines muscle activity during observation or imagery of drinking behaviour. Measurements were done before the start and after finish of the Action observation therapy and both were accompanied by Action Research Arm test for upper limb function and Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke for assessing motor imagery ability. 10 patients in subacute stroke completed the experiment. Results show that after Action observation therapy there is an increase in motor imagery ability and movement execution.

Klíčová slova v ČJ: observace pohybu, představa pohybu, cévní mozková příhoda, hemiparéza, horní končetina, fyzioterapie, rehabilitace, elektromyografie

Klíčová slova v AJ: action observation, motor imagery, stroke, hemiparesis, upper extremity, physiotherapy, rehabilitation, electromyography

Rozsah: počet stran 67 / počet příloh 11

Obsah

Anotace	4
Obsah	6
Úvod	8
1 Observace a představa pohybu	10
1.1 Observace pohybu	10
1.1.1 Mirror neuron system	11
1.2 Představa pohybu	13
1.2.1 Hodnocení schopnosti motor imagery	15
1.2.2 Alterace schopnosti motor imagery po cévní mozkové příhodě	18
2 Využití observace a představy pohybu v neurorehabilitaci	20
2.1 Zvýšení svalové síly	22
3 Rehabilitace po cévní mozkové příhodě	24
3.1 Plasticita mozku	24
3.2 Mentální trénink	26
3.2.1 Kognitivní aspekty	28
4 Cíl práce	30
4.1 Hypotézy	30
5 Metody výzkumu	32
5.1 Charakteristika sledovaného souboru	32
5.2 Hodnotící metody	33
5.2.1 Klinické testy	33
5.2.2 Povrchová elektromyografie	34
5.3 Experiment	34
5.4 Action observation terapie	35
5.5 Zpracování dat	36
5.5.1 Zpracování EMG signálu	36
5.5.2 Hodnocení času	36
5.5.3 Statistická analýza	37
6 Výsledky	38
6.1 Výsledky k hypotéze H ₁	38
6.2 Výsledky k hypotéze H ₂	40
6.3 Výsledky k hypotéze H ₃	43

6.4	Výsledky k hypotéze H ₄	49
6.5	Výsledky k hypotéze H ₅	52
6.6	Výsledky k hypotéze H ₆	53
7	Diskuze	55
7.1	Action observation terapie, mentální trénink	55
7.2	Aktivace svalů při AO, MI	57
7.2.1	Hypotéza H ₁	58
7.2.2	Hypotéza H ₂ a H ₃	60
7.3	Časová kongruence pohybu při MI	61
7.3.1	Hypotéza H ₄	61
7.4	Klinické hodnocení	62
7.4.1	Hypotéza H ₅	62
7.4.2	Hypotéza H ₆	63
7.5	Přínos pro praxi	64
7.6	Limity studie	65
	Závěr	67
	Referenční seznam	68
	Seznam zkratk	85
	Seznam obrázků	87
	Seznam tabulek	88
	Seznam příloh	89
	Přílohy	90

Úvod

V současné době je observace pohybu a představa pohybu aktuálním tématem mnoha studií. Zkoumají různé oblasti – neurofyziologickou podstatu obojího, alteraci při různých neurologických poruchách a v neposlední řadě i jejich využití v motorickém učení a terapii motorických funkcí. Právě využití v rehabilitaci pacientů s centrálním motorickým postižením je v současné době asi nejvíce rostoucí oblast zkoumání představy a observace (Guillot, Collet, 2010, s. xiii).

Hlavní příčinou disability po prodělaném iktu je vzniklý motorický deficit. Asi 65 % pacientů po 6 měsících od iktu není schopno efektivně zapojit paretickou končetinu do každodenních aktivit, což přispívá ke zhoršené kvalitě života (Dobkin, 2005, s. 1677). Mechanismus obnovy je založen především na aktivním motorickém učení a adaptaci na vzniklé deficit.

Obnova funkce u horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě je často limitována. Většina takových pacientů prochází obtížemi v provádění aktivit běžného denního života, a nejsou tak dostatečně soběstační. Funkční obnova závisí na motorickém impairmentu. Vznikají například komplikace s rozsahem pohybu v důsledku spasticity, které dále stěžují terapeutické možnosti fyzioterapeutů. Pro dosažení zlepšení se v těchto situacích nabízí využití právě observace pohybu a jeho představy.

Cílem této práce je přiblížení teoretických podkladů k tématům observace a představy pohybu ve fyzioterapii, s následným ověřením využitelnosti v praxi. V teoretické části jsou shrnuty dosavadní poznatky o observaci a představě pohybu, alteraci obojího po cévních mozkových příhodách a jejich dosavadní využití v terapeutické praxi. Informace jsou čerpány z odborných publikací a článků na dané téma.

Do praktické části byl sestaven experiment prováděný na skupině probandů v subakutní fázi cévní mozkové příhody. Pro ověření jsou použity klinické testy a objektivní vyšetřovací metody. Povrchová elektromyografie ozřejmí aktivaci svalů v odlišných situacích při observaci, představě a provedení pohybu a jejich vzájemných vybraných kombinacích.

Teoretické znalosti jsou čerpány z českých, ale i zahraničních zdrojů. Použity jsou jak dostupné odborné knihy, tak především elektronicky přístupné odborné články. Tyto články jsou získány pomocí elektronických informačních systémů Proquest, PubMed a EBSCO.

Ze systému Proquest bylo na základě klíčových slov *action observation AND stroke* (in title, in abstract) získáno 8 článků. Na základě klíčových slov *motor imagery AND stroke* (in title, in abstract) bylo nalezeno 22 článků. Ve stejném systému na základě slov *action observation OR motor imagery AND stroke* (in title, in title, in abstract) bylo získáno celkem 26 článků, ze kterých však byly použity pouze 4. V kombinaci slov *motor imagery AND hemiparesis* (in abstract, in abstract) bylo nalezeno 9 článků, z nichž se 2 objevily již v předchozích vyhledáváních. Při zadání *action observation AND hemiparesis* (in abstract, in abstract) byly získány 3 články.

V databázi PubMed bylo získáno na základě slov *action observation AND stroke* (in title, in abstract) 14 článků, z nichž se 3 shodovaly s články ze systému ProQuest. Při zadání *motor imagery AND stroke* (in title, in abstract) bylo nalezeno 33 článků, z toho 11 duplikovaných.

Z databáze EBSCO bylo na klíčová slova *motor imagery AND stroke* (in title, in abstract) nalezeno 33 článků, s 11 duplikacemi s předchozími databázemi. Ostatní zdroje byly dohledávány jako primární prameny z jiných zdrojů.

1 Observace a představa pohybu

1.1 Observace pohybu

Pozorování pohybu je součástí života každého z nás. Ať už pozorujeme své vlastní pohyby, především při interakci s okolím, abychom je mohli správně časovat a koordinovat, nebo pozorujeme ostatní jedince (Hétu et al., 2011, s. 1). Pro odborné účely nazýváme proces jako observace pohybu, anglicky action observation, movement observation (dále AO). Action observation je definována jako dynamický proces, během kterého je pozorovatel schopen pochopit, co předvádí jiný jedinec a stejnou akci poté interpretovat vlastním pohybem (Sale, Ceravolo, Franceschini, 2014, s. 1).

Ačkoli většinu našich motorických schopností získáváme díky „pohybové praxi“ během života, svou nepochybnou roli při následném zlepšování těchto schopností hraje právě observace pohybů ostatních lidí. Svou roli sehrává pozorování ostatních taktéž při nácviu nového pohybu – nejprve pozorujeme provedení ostatních s cílem odhalit kritická místa, a teprve poté se snažíme daný pohyb provést a zvládnout (Sakamoto et al., 2012, s. 1).

Vizuální nervový systém je velmi úzce spojen s motorickým systémem. Jejich propojení je natolik silné, že v podstatě nelze striktně oddělit čistě vizuální zpracování od čistě motorického zpracování stimulů (Tucker, Ellis, 1998, s. 830). Observace pohybu spustí neurofyziologický mechanismus, který aktivuje motorické oblasti odpovídající reálnému provedení pohybu (Franceschini et al., 2010, s. 518). Protože AO přímo ovlivňuje primární motorickou areu a tím svalovou aktivitu, lze předpokládat, že samotná observace může ovlivnit provedení pohybu (Fadiga et al., 1995, s. 2609).

U dospělých je imitace pohybu jako taková proces závislý na vůli jedince, přesto se někdy napodobování objevuje i bez vědomé kontroly (Tessari, Rumiati, Haggard, 2002, s. 2531). Opakovaná observace pohybu může nepřímo ovlivnit provedení již naučených pohybů i v případě, kdy není požadované či možné stejný pohyb ihned provést. Často si dokonce pozorovatel ani neuvědomuje, že je v danou chvíli observace součástí trénování jeho schopností (Ranganathan et al., 2004, s. 954; Stefan et al., 2005, s. 9345). Z tohoto hlediska je využití AO rozdílné oproti tréninku pomocí představy pohybu (viz dále kapitola 1.2), která požaduje přímé soustředění na vytvoření vnitřního obrazu dané aktivity a je tedy zcela závislá na vůli jedince (Ranganathan et al., 2004, s. 954).

1.1.1 Mirror neuron system

Studie zkoumající neurony ventrální premotorické arey a parietálních oblastí kortexu makaků ukázaly, že existuje skupina neuronů, které se aktivují při observaci pohybu či jeho provedení. Tyto neurony jsou nazývány „zrcadlové neurony“, mirror neurony. Díky moderním zobrazovacím technikám, se prokázala obdobná aktivita neuronů v premotorickém kortexu a parietálním laloku při pozorování a provádění pohybů i u lidí. Předpokládá se, že právě aktivita zrcadlových neuronů evokovaná observací pohybu, představuje jakousi „motorickou ozvěnu“, při které je pozorovaný pohyb přenesen na pozorujícího. Tento proces může být dále využíván pro celou škálu dovedností, například u kognitivní procesů k imitaci, porozumění či učení (Villiger et al., 2011, s. 85, 86).

Bylo prokázáno, že se zrcadlové neurony aktivují pouze při účelných pohybech, ale neaktivují se, pokud jedinec sleduje prostý pohyb bez zjevného účelu. (Cattaneo, Rizzolatti, 2009, s. 557). Tento výsledek byl podpořen funkční magnetickou rezonancí (fMRI). Při sledování úchopové funkce ruky se zrcadlové neurony aktivují při konečné fázi, kdy dochází ke kontaktu s předmětem. Pokud je stejný úchop prováděn bez předmětu, neurony zůstávají v klidovém stavu (Villiger et al., 2011, s. 85). Jednoduchý stimul při transkraniální magnetické stimulaci (TMS) do motorického kortexu během observace lidského pohybu produkuje motorické evokované potenciály (MEP). Ke zvýšení MEP svalů ruky dochází zároveň se sledováním uchopení předmětu, a to specificky ve stejných svalech, které byly zapojeny v pozorovaném pohybu. Z toho vyplývá, že vizuální informace je zpracována tak, aby kůra byla schopna vysílat signály ve stejných motorických drahách jako při řízení motoriky (Sakamoto et al., 2012, s. 1). Mirror neurony se aktivují při účelových pohybech spojených nejen s úchopovou funkcí ruky, ale i úst (Ertelt et al., 2007, s. 165).

Vzhledem k těmto nálezům lze předpokládat, že zrcadlové neurony jsou schopny rozpoznat účel pohybu. Právě účel pozorovaných pohybů ovlivňuje následnou úroveň aktivace kortexu. Například při pozorování manipulace s předmětem se aktivuje ventrální premotorický kortex a posteriorní část parietálního laloku. Při napodobení shodného pohybu bez předmětu, se však aktivují pouze premotorické oblasti. Cíleně řízená podstata pozorovaného pohybu je proto klíčovým faktorem pro zvýšení aktivity zrcadlových neuronů a následné aktivace kortikospinálních drah (Villiger et al., 2011, s. 85, 86, 90). Specifická účelu pohybu je základní prerekvizitou v aktivaci neuronů. Neurony, které se aktivují při uchopování, držení, trhání, nebo manipulaci s předmětem zůstávají v klidovém stavu při pozorování provedení jiného pohybu.

Dokonce i v případě, že tento pohyb aktivuje stejné svalové vzorce, ale účel pohybu je jiný (Fadiga et al., 1998, s. 147).

Vizuální vnímání předmětů samo o sobě (potažmo celého prostředí) potencuje všechny možné reakce, které mohou být s předmětem vykonány. Automaticky dochází k aktivaci motorické korové reprezentace těchto reakcí (Tucker, Ellis, 1998, s. 830). Pokud tedy při observaci pohybu s předmětem před pozorovatelem leží stejný předmět, dochází automaticky k aktivaci motorických programů tak, aby pozorovatel s předmětem mohl pohybovat. K této aktivaci dochází i v případě, že se ve skutečnosti tento pohyb nechystá vykonat (Franceschini, 2010, s. 522).

Další roli při observaci pohybu hraje předchozí zkušenost jedince, na základě které je modulována velikost vznikajících MEP. Například u basketbalistů, dojde k nárůstu MEP svalů při observaci střelby na koš, ale nedochází k aktivaci při pozorování kopnutí do míče. Obdobně bylo prokázána závislost vyplývající z kulturního zázemí – zvýšená aktivace svalů u evropsko-amerického etnika se nacházela při sledování gestikulace severoamerického herce, při sledování herce z Latinské Ameriky však k tomuto fenoménu nedošlo (Sakamoto et al., 2012, s. 1).

Mirror neuron systém tedy hraje roli zaprvé v porozumění pozorovanému pohybu a částečně i rozpoznání účelu pohybu. Tato funkce je klíčová pro komunikaci a sociální interakci. Zadruhé, je důležitou součástí imitace pohybu. Imitace je podstatnou součástí učení nového specializovaného pohybu, například v používání předmětů/nástrojů nebo v pohybovém projevu spojeném s kulturním zázemím. Zároveň je důležité, že obě funkce mohou být používány nezávisle na sobě. Lze pozorovat a rozpoznat záměr pohybu bez jeho napodobení, nebo lze imitovat pohyb bez jeho účelového porozumění (Tessari, Rumiati, Haggard, 2002, s. 2531).

Přestože existuje mnoho společných prvků u observace pohybu a jeho skutečného vykonání, senzorní i motorické procesy provázející obě činnosti fungují odlišně. Rozvoj skutečné vizuální a motorické aferentní projekce je závislý na tom, zda je pohyb pouze pozorován nebo vykonán. Při observaci pohybu sice jedinec dostává stejné vizuální informace jako ten, který pohyb provádí, postrádá však senzorní-motorické vjemy provázející provedení pohybu. Absence těchto vjemů provází proces učení na základě observace nevýhodami – pouze na základě pozorování není jedinec schopen přesně určit ideální amplitudu a rychlost pohybu při jeho prvním vykonání (Hayes et al., 2012, s. 459, 460).

1.2 Představa pohybu

Představa pohybu, motor imagery (MI, označována taky jako mental imagery), se definuje jako dynamický proces, během kterého je specifická pohybová aktivita provedena pomocí mysli bez jakéhokoli vnějšího motorického výstupu (Jeannerod, 1995, s. 1419). Jedná se o vykonání pohybu v mysli bez jeho viditelného projevu navenek (Mizuguchi, 2011, s. 1). Výsledkem MI není reálný obraz, ale vnitřní reprodukce všech podnětů spojených s danou představou, které se formují na základě informací uložených v naší paměti. MI lze tedy chápat jako vybavení a rekonstrukci reálného pohybu z minulosti (Guillot, Collet, 2010, s. 3).

Během představy pohybu se vytváří dynamický obraz soustředěný především na vizuální a kinestetické vjemy, které jsou generovány při provedení stejného pohybu (Anett, 1995, s. 1395). Je nutné podotknout, že schopnost představy se nevztahuje pouze na představu pohybu a utváření vizuálního obrazu, ale i na další modalitty. Vznikat tak mohou například i různé sluchové či chuťové „obrazy“ nebo představy (Lacey, Lawson, 2013, s. 1).

Motor imagery částečně aktivuje mechanismy, které se za normálních okolností podílejí na generaci pohybu (Jeannerod, 2006, in Confaloniery et al., 2012, s. 1). Na neurofyziologické úrovni je představa pohybu považována za kognitivní proces, který spouští celou řadu supraspinálních struktur bez aktivace spinálních motoneuronů (Jongsma et al., 2013, s. 1) a řídí se principy centrálního řízení motoriky (Yan et al., 2012, s. 1; Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1942). Při motor imagery je vlastně zapotřebí vědomě aktivovat oblasti mozku, které jsou aktivní při přípravě a provedení pohybu, a zároveň je nutné volně toto provedení pohybu potlačit (Mulder, 2007, s. 2167). Podobný vztah lze charakterizovat nejen pro vztah mezi MI a provedením pohybu. Podobné překrývání korové aktivity lze najít i u observace pohybu, plánování pohybu či verbálního popisu pohybu (Munzert, Lorey, Zentgraf, 2009, s. 309).

Představa pohybu má zřejmě nepostradatelnou funkci v přípravě pohybu a tréninku pohybu (Lotze, Halsband, 2006, s. 389) a zlepšuje motorickou výkonnost při získávání dovedností například ve sportu či při obnově motorických funkcí po neurologických lézích (Mizuguchi et al., 2011, s. 1). Z tohoto pohledu má nezanedbatelný přínos ve vývoji fyzioterapeutických metod (Jongsma et al., 2013, s. 1). Uvažuje se také, že by MI mohla výrazně přispívat k prevenci zranění v případech, kdy nemůžeme bezpečně vyzkoušet nový pohyb metodou pokus – omyl. Představa předchází nácviku nových pohybů tedy hlavně v případech komplexních a náročných, až riskantních pohybů a umožňuje nám vybrat nejlepší možnou strategii provedení (Gerardin et al., 2000, s. 1102). MI trénink se proto využívá

v adrenalinových sportech, či například při nácviku skoků do vody (Lotze, Halsband, 2006, s. 389).

Při použití pozitronové emisní tomografie (PET) bylo demonstrováno, že představa pohybu aktivuje oblasti spojené s motorickými chováními – primární motorický kortex, prefrontální kortex a bazální ganglia (Jongsma et al., 2013, s. 2). Podle amplitudy motorických evokovaných potenciálů při transkraniální magnetické rezonanci (tMRI) se předpokládá, že během představy pohybu se zvyšuje kortikospinální vzrušivost (Mizuguchi et al., 2011, s. 1). Dále prováděné studie využívající funkční magnetickou rezonanci ukázaly, že „živé“ představování pohybových aktivit podněcuje aktivaci rozsáhlé sítě neuronů, která se překrývá s oblastmi zapojovanými také při observaci pohybu a při jeho provedení (Jongsma et al., 2013, s. 2).

Mozkovou aktivitu během představy pohybu ovlivňují vizuální a somatosenzorické stimuly. Kortikospinální excitabilita během představy pohybu s předmětem je podporována při zaujetí výchozí polohy shodně s polohou představovaného pohybu. Excitabilita může být dále facilitována pasivním držením daného předmětu, kdy se svaly při úchopu neaktivují, pouze se předmětu dotýkají v odpovídajícím postavení. Představa pohybu je tedy při použití předmětu ovlivněna taktilním vjemem (Mizuguchi et al., 2011, s. 1, 6).

Při pohybech bez předmětu je kortikospinální vzrušivost vyšší při postavení končetiny odpovídajícímu představě pohybu, oproti zaujetí jiné polohy končetiny. Z toho vyplývá, že svojí roli při představě pohybu hraje i propriocepce. Samotná přítomnost předmětu a jeho vizuální percepce ovlivňuje čas reakce při představě manipulace s předmětem, zvyšuje aktivitu příslušné motorické korové oblasti a kortikospinální excitability (Mizuguchi et al., 2011, s. 7).

Stippich et al. (2002, in Mulder, 2007, s. 1267) prokázali, že MI pohybu různých částí těla aktivuje somatotopicky gyrus praecentralis. Z toho vyplývá, že představované části těla jsou reflektovány přímo ve vzoru kortikální aktivace. Většina studií na toto téma se zabývá pohybem ruky, potažmo prstů, nebo úst. Aktivace korových oblastí při MI ovšem není omezená pouze na aktivitu jedné části těla, ale může být realizována i ve větších komplexních pohybech a jim odpovídajících oblastech (Mulder, 2007, s. 1268). Studie Buccina et al. (2001, s. 403) dosáhla stejných výsledků somatotopického uspořádání i pro samotnou observaci pohybu. Mirror neuron systém tedy disponuje repertoárem pohybů celého těla.

Pro plné porozumění kognitivních procesů zahrnutých při představě pohybu, je nutné rozlišovat 2 typy MI, které si lze představit (pro lepší představu viz Příloha 1). Prvním typem

je představa z perspektivy první osoby. Dotyčný jedinec si představuje pohyb tak, jak ho vykonává on sám. Tento typ se též označuje jako „kinestetická představa pohybu“ (Jongsma et al., 2013, s. 2).

Druhým typem je představa z perspektivy třetí osoby, též označovaná jako „externí představa pohybu“ či „vizuální představa pohybu“. Tato představa je založená na našich předchozích zkušenostech s vykonávaným pohybem tak, jak ho vidíme u dalších osob, a závisí na našich nabytých znalostech o tom, jak by pohyb měl ve výsledku vypadat (Jongsma et al., 2013, s. 2).

Během kinestetické představy se dotyčný snaží pohyb opravdu pocít'ovat tak, jako by jej sám vykonával se všemi senzorickými vjemy, kdežto během vizuální představy daný pohyb pouze pozoruje. Pro motorické učení se tedy jeví kinestetická představa jako vhodnější prostředek (Mulder, 2007, s. 1268).

Oba typy MI zahrnují volní řízení pohybu, které ovšem nezahrnuje stejné kognitivní procesy (Annett, 1995, s. 1395). Různé strategie MI tedy zahrnují aktivitu různých částí mozku (Lotze, Halsband, 2006, s. 388), a ačkoliv se neurální systémy obou perspektiv do jisté míry překrývají, pracují odděleně. Proto mohou v rehabilitaci k obnově pohybu přispívat různou mírou (Guillot, Collet, 2010, s. 136). Podle dosavadních důkazů faciliteje kinestetická představa primární motorickou kortex ve větší míře, než představa vizuální (Nedelko et al., 2012, s. 1). Stinear et al. (2006, s. 161–163) navíc ve své studii uvádí, že vyvolání MEP lze dosáhnout pouze pomocí kinestetické představy, nikoliv pomocí představy vizuální.

1.2.1 Hodnocení schopnosti motor imagery

Abychom mohli úspěšně využívat motor imagery pro terapii či trénink, je nutné zjistit kapacitu MI schopností jedince. Tři různé fenomény provázející MI mohou být odděleně testovány. „Živost“ představy, tedy její přesnost, ostrost a intenzita, dále prostorové uspořádání představovaných pohybů a rychlost představovaného pohybu. Celý proces představy pohybu vyžaduje schopnost vytvoření mentálního obrazu bez vnějšího vizuálního stimulu. MI obsahuje i manipulaci s danou představou (Lequerica et al., 2002, s. 1103). Vzhledem k tomu, že se MI neprojevuje žádnou vnější a viditelnou reakcí, nelze jí v podstatě objektivně posoudit a vždy je nutné spolehnout se na subjektivní hodnocení pacienta (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1943). V současné době se k vyšetření schopnosti MI používají různé metody, ale žádná se nejeví jako dostatečně vyhovující (Malouin et al., 2008, s. 311).

Vhodným ukazatelem schopnosti představy pohybu může být chronometrické hodnocení, tedy časové hodnocení představy. Toto testování vychází ze vztahu mezi reálným vykonáním pohybu a představou daného pohybu (Dettmers et al., 2012, s. 239) a určuje přesnost představy. Dále se často využívá mental rotation – rotační test, kterým lze získat informace o korové organizaci představovaných pohybů. V neposlední řadě se provádí různá dotazníková zhodnocení, která určují živost představovaných obrazů. Každá z metod tedy hodnotí jinou vlastnost MI (Malouin et al., 2008, s. 311, 312).

Chronometrické hodnocení

Time-dependent motor imagery (TDMI) screening test vyšetřuje, zda jedinec rozumí instrukcím a je schopen pohyb napodobit. Během testu se v různých časových intervalech (15, 25, 45 s) zaznamenává, kolik pohybů si je jedinec schopen představit a porovnává se s počtem reálných provedení ve stejném čase. Temporal congruence test (časově kongruentní test, test časového souladu) porovnává délku trvání představovaného a prováděného pohybu. V obou testech se předpokládá, že časové hodnoty naměřené pro imagery a pro provedení jsou téměř shodné (Malouin, 2008, s. 312).

Schopnost motor imagery jako taková může být často zachována, a přesto se mohou objevovat její alterace. Schopnost MI je pak většinou postižena pouze ve vztahu k pacientovu impairmentu – vážně představa pohybu týkajícího se postiženého tělesného segmentu, ale je zachována pro segmenty bez postižení (Sirigu et al., 1995, s. 1000; Sirigu et al., 1996, s. 1565). Pohyby, které použijeme pro chronometrická vyšetření, by proto měly být vždy vztaženy k postižení pacienta – při postižení především akrální části, se pohyby týkají také akra, při postižení proximálně budou vyšetřované pohyby obsahovat hrubou motoriku (Malouin, 2008, s. 318).

Výzkumy ukazují, že ačkoli pacienti úspěšně projdou chronometrickým testováním, ve skutečnosti mohou mít problémy s živostí a přesností MI. Proto není vhodné použít chronometrická vyšetření samostatně, bez dalšího doplnění (Malouin, 2007a, s. 10).

Motor imagery dotazníky

Asi nejčastěji vyšetřovanou stránkou MI je schopnost utváření představy, její živost a přesnost (Guillot, Collet, 2010, s. 110), která může být ohodnocena dotazníkem. Bohužel, informace získané touto cestou jsou čistě subjektivní a mohou tak zkreslovat skutečný stav (Malouin et al., 2007a, s. 2).

Dotazníků pro hodnocení představy vzniklo již mnoho, nejvíce využívaný je Movement Imagery Questionnaire (MIQ) a jeho zkrácená verze aplikovatelná na širší populaci Movement Imagery Questionnaire – Revised (MIQ-R) (Gregg, Hall, Butler, 2010, s. 250). Dotazníky původně vznikly jako kontrolní prostředky motorického učení. Protože však obsahují aktivity, které jsou fyzicky poměrně náročné, lze je s přesností aplikovat pouze na zdravou dospělou populaci a sportovce (Butler et al., 2012, s. 1, 2; Malouin et al., 2007a, s. 2).

Malouin a kolegové (Malouin et al., 2007b, s. 21) vytvořili Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) pro hodnocení schopnosti představy u lidí s omezenou mobilitou, a to především pro ty, kteří nemohou stát nebo provádět komplexní pohyby. Jednotlivé pohyby jsou nejprve testované v kinestetické představě, poté všechny ve vizuální představě. Vyšetření zahrnuje 10 a 10 položek, které jsou formovány v podobě různých gest hlavou, trupem, rameny, horními a dolními končetinami a jsou všechny prováděné v sedě. Přesnost a intenzita představy je hodnocena na stupnici od 1 do 5, kdy 1 = nelze si představit, 5 = lze si snadno představit (Malouin et al., 2007a, s. 3). Jako nevýhoda tohoto testování se však ukázala časová náročnost (kolem 45 minut na pacienta) a zpracování vyšetření (Gregg, Hall, Butler, 2010, s. 250; Malouin et al., 2007b, s. 21). Navíc zahrnuté úkoly jsou málo funkční a nejsou dostatečně detailně popsány, tak aby proband byl schopen provést úkol zcela správně (Butler et al., 2012, s. 2).

Movement Imagery Questionnaire – Revised, Second Edition (MIQ-RS) je dotazník zahrnující pohyb horních a dolních končetin a je opět navržen tak, aby byl vhodný pro populaci s omezenou mobilitou. Primárně je zaměřen na hodnocení horní končetiny u mladých tělesně zdatných jedinců, starších tělesně zdatných jedinců a pacientů po CMP (Gregg, Hall, Butler, 2010, s. 253). Pro vyšetřování pacientů po CMP se používá Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke, který je v podstatě stejný s tím rozdílem, že jsou všechny aktivity prováděné v sedě (Butler et al., 2012, s. 3). Skládá se celkem ze 14 položek, 7 pro vizuální a 7 pro kinestetickou představu. Jednotlivé položky zahrnují pohyby z každodenního života a jsou běžně využívány v rehabilitaci (například dosah pro předmět, úchop, předklon). Při vyšetření je potřeba vždy zaujmout výchozí polohu, provést daný pohyb, vrátit se zpět do výchozí polohy a pak si provedení pohybu představit. Po tomto procesu proband oznámkuje obtížnost představy provedení pohybu na škále od 1 do 7, kdy 1 = velmi obtížné na představení/provedení a 7 = velmi lehké na představení/procítění (Gregg, Hall, Butler, 2010, s. 250, 251). Provedení pohybu před jeho samotnou představou zajišťuje, že proband pochopí prováděný úkol do detailu (Butler et al., 2012, s. 2). Celé znění v anglickém originále i český

překlad je přiložen na konci práce (viz Příloha 2 a Příloha 3). V tomto testu se náhodně střídá, zda si pacient daný pohyb představuje pomocí vizuální nebo kinestetické představy. Podle autorů KVIQ testu se tak může smazávat rozdíl mezi oběma představami a vyšetřovaný nemusí být vždy plně schopen rozlišit, kterou představu vlastně hodnotí (Malouin et al., 2007, s. 27).

1.2.2 Alterace schopnosti motor imagery po cévní mozkové příhodě

Schopnost motor imagery může být narušena patologickými procesy v mozku a závisí především na jejich lokaci a rozsahu (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1942). MI vlastně odráží aktuální stav pohybového aparátu. Například u Parkinsonovi choroby se bradykineze promítá i do MI (Dominey et al., 1995, s. 737), stejně tak se únava při chronickém únavovém syndromu odráží do MI (De Lange et al., 2004, s. 1955). Pokud dojde k poškození kognitivních funkcí (ve smyslu neglect syndromu, dysfázie, demence), je hodnocení schopnosti MI značně ztíženo nebo zcela nemožné. Proto se teoreticky uvažuje, že největší prospěch z mentálního tréninku budou mít pacienti s lézí subkortikálně, která nezahrnuje primární motorickou areu ani parietální lalok. Schopnosti MI jsou zajisté ovlivněny i dalšími faktory, například pohlaví a délkou doby od prodělané ataky (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1944).

I ve zdravé populaci se mohou objevit různé odchylky ve schopnosti MI. Lze je rozdělit přibližně do 4 skupin: 1) nemožnost nebo nepřesnost v představě pohybu, 2) nepochopení pokynů, 3) skrývané použití jiných strategií namísto představy pohybu (Munzert, Lorey, Zentrgraf, 2008, s. 309), 4) nemožnost provedení MI bez vnějšího pohybu. U osob po prodělaném iktu je nutné vzít v úvahu jak schopnost přesného provedení MI, tak její časovou charakteristiku. Po CMP se může objevit takzvaná chaotická představa pohybu. Chaotická MI může být definována jako neschopnost provést představu přesně, anebo se zachovanou přesností ale v rozdílném časovém provedení. Přestože se o chaotické MI uvažuje pouze u jedinců s postižením CNS, je možné, že stejná deformace MI se objevuje i u malého procenta zdravé populace (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1943).

Osoby po prodělané CMP bez závažných komunikačních poruch vykazují obdobné schopnosti MI jako zdravá populace odpovídajícího věku. Bez ohledu na postiženou hemisféru, vykazují lepší výsledky ve vizuální představě než v kinestetické představě, což opět koresponduje s výsledky zdravé populace. Zajímavé je, že pacienti upřednostňují vizuální představu u pohybů HK, zatímco u pohybů DK upřednostňují kinestetickou představu. Toto specifikum může souviset s vizuomotorickou koordinací funkcí HK pro manuální schopnosti

jedinice, v kontrastu s hlavní funkcí DK, kterou je chůze. DK tak celkově získává daleko více somatosenzorických podnětů než HK (Malouin et al., 2007a, s. 9, 10).

Při poškození parietálního či frontálního laloku se objevuje časový nesoulad mezi MI a reálným pohybem, ať už ve smyslu zpomalení či zrychlení (Sirigu et al., 1996, s. 1565; Johnson, 2000, s. 731). Pokud je léze ohraničená pouze v primární motorické aree schopnost MI zůstává zachovaná (Sirigu et al., 1995, s. 999). Při laterální prefrontální lézi v levé hemisféře byli pacienti neschopni MI (Johnson, 2000, s. 731). Parietální léze bilaterálně dokonce způsobí, že pacient při MI stejný pohyb provádí, ale není si tohoto pohybu vědom, a dokonce jej přímo neguje (Schwoebel et al., 2002, s. 6). Parietální lalok je proto pravděpodobně stěžejní pro MI nejen u hudebníků a sportovců, ale i u pacientů (Lotze, Halsband, 2006, s. 389). U pacientů s lézí v oblasti putamen, se objevuje selektivní neschopnost kinestetické představy pohybu (Li, 2000, s. 15).

Hemiparetičtí pacienti vykazují často asymetrii v MI. Vyšších výsledků dosahují při testování nepostížených končetin. Důvodem může být jak funkční nevyváženost hemisfér po prodělaném iktu, tak celkové přenastavení organismu ve prospěch nepostížené strany (Malouin et al., 2007a, s. 10). Podle studie jiných autorů (Johnson, Sprehn, Saykin, 2002, s. 848) však může v chronické fázi CMP docházet k upřednostňování právě afektované končetiny během MI. Hovoří o takzvaném hemiplegickém zvýhodnění, ke kterému dochází pravděpodobně díky rozsáhlé rehabilitaci zaměřené právě na afektovanou část těla.

2 Využití observace a představy pohybu v neurorehabilitaci

Jakékoli poškození oblastí mozku spojených s motorikou může vést k významnému funkčnímu motorickému impairmentu (Yan et al., 2012, s. 1). Jelikož cílem neurorehabilitace je ve většině případech obnova motorických dovedností, kterými pacient již disponoval, a nejedná se o naučení nových pohybů, jeví se využití motor imagery jako vhodný přístup (Lee et al., 2013, s. 611).

Obecně se v neurorehabilitaci k léčbě motorických deficitů action observation a motor imagery používají jako dvě různé nezávislé intervenční techniky a dosud byly vnímány jako oddělené techniky. Studie se zabývaly vlivem AO nebo MI v izolovaných podmínkách a porovnávaly výsledky jednotlivých technik mezi sebou. Takový přístup však opomíjí možné výhody a multimodální motorickou stimulaci v případě, kdy jsou obě techniky používány současně (Vogt et al, 2013, s. 2). Ačkoli je pravda, že samotná MI může být využívána v podstatě kdykoliv, kdekoliv a neomezeně často (Mulder, 2007, s. 1271), začíná se uvažovat, že na obě techniky by se mělo nahlížet spíše jako na komplementární, nikoli soupeřící přístupy (Holmes, Calmes, 2008, s. 439). Obě techniky by tedy měly být kombinovány do jedné strategie (Wright, Williams, Holmes, 2014, s. 1).

Oproti observaci je představa pohybu více spjatá s kognitivní kapacitou jedince (Franceschini et al., 2010, s. 522). Při AO je v podstatě potřeba pouze soustředění pacienta na vizuální prezentaci pohybů, ať už pomocí videa či reálného probanda (Porro et al., 2003, s. 3115). Nevýhodou využívání samostatné MI je nutnost přesné instruktáže probanda v daném pohybu, kdy navíc následnou představu není možné kontrolovat. Pro usnadnění se k tréninku přidává i reálné provedení pohybu tak, aby byl pohyb proveden se všemi kinestetickými vjemy, které jej provází. U tréninku vizuální představy je vhodné před terapií využití observace stejného pohybu (Lotze, Halsband, 2006, s. 389).

Obě techniky mohou vnést do neurorehabilitace jisté výhody. Relativní nenáročnost umožňuje využívat tyto přístupy jako nástavbu k již zavedené standardní terapii. Nepřináší v podstatě žádnou finanční zátěž a nemusí být vůbec vázané na nemocniční prostředí, potažmo prostředí jiné zdravotnické instituce.

Vogt et al. (2013, s. 1) pro proces, kdy člověk pozoruje pohyb a současně si představuje, že jej sám provádí, zavádí termín „kongruentní AO+MI“. Zároveň však uvádí, že člověk je schopen i inkongruentní observace a představy, „konfliktní AO+MI“. V tomto případě je člověk schopen pozorovat určitý pohyb, ale představovat si pohyb jiný. Tento jev se může

často objevovat u různých sportovců studujících své budoucí protivníky – sportovec je schopen pozorovat budoucího soupeře, a zároveň si představovat a plánovat svoje pohybové reakce.

Korové oblasti, které se aktivují jak při vykonání pohybu, tak při AO a MI, zahrnují dorzální premotorickou kortex, primární motorickou kortex, suplementární motorickou areu, lobus parietalis superior, sulcus intraparietalis a cerebellum (Grèzes, Decety, 2001, s. 3–15; Filimon et al., 2007, s. 1319–1327; Munzert et al., 2008, s. 439–441). Proto, pokud je znemožněn tělesný pohyb, AO a MI mohou poskytovat dostatečný a výhodný způsob k dosažení aktivity v motorických oblastech v mozku, a napomáhat tak obnově motoriky (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1942; de Vries, Mulder, 2007, s. 5).

Vzhledem k tomu, že obě techniky aktivují obdobně motorický nervový systém, dá se předpokládat, že kombinace obou přístupů může motorický systém aktivovat ve větší míře než samostatně (Wright, Williams, Holmes, 2014, s. 2). Tento názor je podpořen různými MRI a EEG studiemi, které celkově odhalily, že observace se současnou představou, doplněná o souběžné motorické úlohy, aktivuje mozkové oblasti spojené s pohybem více než pasivní observace pohybu (Macuga, Frey, 2012, s. 2806; Nedelko et al., 2012, s. 4, 6; Vogt et al., 2013, s. 2–3; Villiger et al., 2013, s. 7–9). Sakamoto et al. (2009, s. 2) navíc prokázal, že kombinace AO a MI vede k produkci MEP o větší amplitudě než u provedení obou samostatně. Obdobné výsledky se objevují i ve studii Ohnoa et al. (2011, s. 705) a Tsukazakiho et al. (2012, s. 97, 98).

Autoři proto shodně navrhují, že kombinace obojího do jedné terapeutické strategie bude více efektivní pro dosažení obnovy motorických funkcí. Eaves se svými kolegy (2014, s. 4) tento návrh podpořil behaviorální studií, ze které vyplývá, že kombinace AO a MI výrazně facilituje následné provedení pohybu.

K motorickému učení je zapotřebí pět různých aferentních informací: propiocepce, taktilní aference, vestibulární aference, vizuální aference a v menší míře i sluchová aference. Mulder (2007, s. 1266, 1267) se zabýval možností, zda je opravdu nezbytné pro motorické učení daný pohyb vykonávat, nebo zda je možné se jej naučit pouze díky představě či observaci. Ve své dřívější studii (Mulder, 2004, s. 215) se zabýval naučením abdukce palce nohy pouze díky představě pohybu. Skupina, která cvičila jen pomocí MI oproti kontrolní skupině, která necvičila vůbec, zlepšila abdukci palce. Nicméně ke zlepšení došlo pouze u probandů, kteří abdukci palce alespoň v malé míře zvládali již před začátkem studie. Pravděpodobně je tedy pro efektivní motor imagery trénink nutné, aby již byla vytvořena kortikálně představa daného pohybu, a z toho vyplývá, že nový pohyb se pouze díky představě naučit nelze. (Mulder, 2007, s. 1271). U AO je situace odlišná. Observace pohybu navozuje trvalé specifické změny v korové

projekci pohybu, které tvoří jakousi pohybovou paměť a jsou pravděpodobně dostatečné k alespoň částečnému naučení pohybu (Stefan et al., 2005, s. 9344).

MI se považovala být zastoupena v procesu vzniku různých fantomových vjemů u amputovaných končetin. Postupně se však ukázalo, že volní pohyb chybějící částí končetiny nemusí nutně znamenat pouze představu pohybu, ale jakousi volní aktivitu s chybějícím efektem (Raffin et al., 2012, s. 747). Samotní pacienti popisují citění volního pohybu spíše jako skutečný pohyb, než pohyb představovaný (Lotze, Halsband, 2006, s. 391) a při přímém srovnání obou popisují výrazné rozdíly, včetně náročnosti na provedení. Volní pohyb byl pro pacienty daleko obtížnější a pomalejší než představovaný. Navíc se často objevovaly fantomové bolesti, které při MI neudával ani jeden z probandů (Raffin et al., 2012, s. 749, 752). Proběhnuvší EMG studie pahýlových svalů potvrdily, že při volním pohybu chybějící části končetiny je na záznamu aktivita obdobná jako při provedení pohybu na intaktní končetině, zatímco při představě je aktivita shodná s klidovou (Reilly et al., 2006, s. 2213; Raffin et al., 2012, s. 747). Bylo zkoumáno i působení AO u vrozených amputací HKK. Ačkoli probandi chybějící částí končetiny nemohli nikdy hýbat a zažít související senzomotorické vjemy, při AO popisují fantomové pocity. Navíc díky celoživotnímu pozorování ostatních lidí je jejich vnímání tělesného schématu neporušeno (Funk, Shiffar, Brugger, 2005, s. 343, 345).

2.1 Zvýšení svalové síly

Mentální trénink je často zařazován s cílem zvýšení svalové síly a využívá se jak u sportovců, tak v rehabilitaci. V rehabilitaci může být využíván nejen k překonání slabosti u neurologických diagnóz, ale i u hypotrofií souvisejících s imobilizací, například po zlomeninách. Při tomto druhu tréninku však nedochází ke svalové aktivitě, ale MI aktivuje naprogramované motorické procesy. Tyto procesy mění nábor motorických jednotek a frekvenci pálení motoneuronů, což je jedna z možných cest, jak dosáhnout zvýšení svalové síly (Munzert, Lorey, Zentgraf, 2009, s. 319).

Yue a Cole ve své studii (1992, in Confaloniery et al., 2006, s. 2, in Lotze, Halsband, 2006, s. 389; in Munzert, Lorey, Zentgraf, 2009, s. 319) srovnávali svalovou sílu v izometrické kontrakci abduktorů MP kloubu malíku ruky u zdravých probandů. Probandi cvičící v mysli vykazovali zlepšení svalové síly o 22 %. Toto zlepšení bylo oproti probandům, kteří necvičili žádným způsobem. Ve srovnání s fyzicky cvičícími pacienty došlo také ke zlepšení, bylo však méně výrazné. Zvýšení síly nebylo doprovázeno zvýšením svalové hmoty. Síla se tedy zlepšila spíše na podkladě adaptačních změn v centrálním řízení. Zajímavostí ve výsledcích bylo,

že ke zvýšení síly došlo nejen na trénovaném malíku, ale i na malíku kontralaterální, necvičené končetiny.

Newsom et al. (2003, s. 250, 251, 255) zkoumali ztrátu svalové síly zápěstí pro úchop, flexi a extenzi po 10 denní imobilizaci zápěstí v extendované pozici. Probandi byli rozděleni do 2 skupin, kdy jedna po dobu imobilizace podstupovala MI trénink 3krát denně po dobu 5 minut, druhá skupina neprováděla s imobilizovanou HK nic. Po sejmutí imobilizace se v obou skupinách snížila síla úchopu, síla flexe a extenze zápěstí zůstala bez významnějších změn. Ve skupině s MI tréninkem však v absolutních číslech docházelo k nižší ztrátě svalové síly a v testování udávali menší únavu než probandi bez tréninku.

Pro trénink pomocí AO není nezbytně nutné, aby stejný pohyb byl po observaci i proveden. Porro et al. (2003, s. 3115, 3118) ve své studii došli k významným výsledkům jak u skupiny probandů, která opravdu prováděla pohyb, tak u skupiny, která pohyb pouze sledovala. Sledovaným/prováděným pohybem byla abdukce 2. a 3. prstu pravé, dominantní, HK. Výsledky byly patrné teprve až po dokončení celého tréninkového plánu, nikoli po první tréninkové jednotce. Izotonická svalová síla se po tréninku observací zvýšila na obou HK, což ukazuje na změnu v centrálních motorických okruzích, které dovolují efektivnější nábor motorických jednotek. Izometrická svalová síla se zlepšila pouze na trénované HK.

Většina studií se soustředí na trénink síly akrálních svalů HK, která obsahuje větší kortikální zastoupení, než svaly proximální. Je tedy otázkou, jestli je možné podobné neurální adaptace, která vyústí ve zvýšení svalové síly, dosáhnout i u proximálních svalových skupin. Podle výsledků studie Ranganathana a kolegů (2004, s. 953) lze na horní končetině zvýšit sílu i pro flexory loketního kloubu. Opakující se mentální trénink maximální kontrakce facilitoval nervový systém k vysílání silnějších signálů do příslušných svalů. Vyšší síla je tedy důsledkem efektivnějšího centrálního řízení. Dochází buď k náboru motorických jednotek, které v netrénovaném stavu zůstávají neaktivní, nebo jsou motorické jednotky nuceny k intenzivnější aktivitě. Obojí vede ke zvýšení svalové síly. Neurální adaptace může také vést k lepší svalové koordinaci, která optimalizuje aktivitu agonistů a antagonistů daného pohybu.

3 Rehabilitace po cévní mozkové příhodě

K léčbě motorických deficitů vznikajících v důsledku CMP se používají tradiční neurorehabilitační přístupy zaměřené především na stimulaci paretické končetiny. Tyto postupy zvyšují plasticitu mozku, a prozatím se jeví jako nejvíce účinné (Ertelt, et al. 2007, s. 164). Pro zdokonalování terapie a rehabilitačních strategií je důležité porozumět tomu, jaký vliv mají jednotlivé fyzioterapeutické techniky na plasticitu mozku (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1941).

3.1 Plasticita mozku

V důsledku různých změn v periferní i centrální aferentaci jednotlivých částí mozkové kůry, dochází k neustálé reorganizaci lokálních kortikální propojení a následných odpovědí. Tato reorganizace je důležitá pro schopnost učení nových a případné obnovy ztracených funkcí (Mulder, 2007, s. 1266). Merzenich a kolegové (1983, in Clifford, 1999, s. 17,18) zjistili, že pokud některá část těla sníží svoji aktivitu, a tím sníží i aferentní signalizaci, její topografická oblast v somatosenzorickém kortexu se zmenší. K této reorganizaci může docházet již po relativně krátké době snížené aktivity. Proto je důležité zajistit včas mechanismy, které po neurálním poškození této reorganizaci zabrání, nebo jí obnoví.

Aktivní pohyb

Aktivní pohybová cvičení mohou zabránit rozšíření infarktu mozku z ložiska do okolí a motorické dráhy se mohou adaptovat do nových přilehlých areí (Nudo et al., 1996, s. 1794). U chronických pacientů může aktivní cvičení překonat vzniklou akinezi končetiny, rozšiřuje se její motorická area a funkční zlepšení se objevuje po 6 měsících terapie (Liepert et al., 2000, s. 1214). Aktivní cvičení tedy nastartuje kortikální reorganizaci a zlepšuje motorické dovednosti. Za předpokladu, že primárně motorická area není funkčně oddělena od předního rohu míšního, je forsírovaná terapie aktivního pohybu vhodná pro dlouhodobé obnovení funkce nečinné motorické neuronální sítě (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, 1941).

U pacientů po CMP se také objevuje aktivita v ipsilaterální hemisféře vůči pohybující se končetině (Strens et al., 2003, s. 1204). Je tedy pravděpodobné, že ke kompenzaci neurálního deficitu jsou využívána kolaterální spojení obou hemisfér. Carey et al. (2002, s. 786) popsali 2 různé formy plasticity. Při první dochází k posunu kortikální aktivace z kontralaterální (postižené) hemisféry do shodných oblastí ipsilaterální hemisféry. Ve druhém případě dochází

ke zpětnému přesunu aktivity zpět do kontralaterální hemisféry, tato forma však vysoce závisí na intenzitě terapie a dalšího používání HK.

Funkční elektrostimulace

Bohužel většina pacientů v akutní a subakutní fázi není schopna aktivního pohybu, kvůli hemiplegiím a těžkým hemiparézám. K překlenutí této fáze se často používají různé doplňkové techniky (například různé formy funkční elektrostimulace), které ovšem nedosahují uspokojivých výsledků (Fritz et al., 2005, s. 438).

Pasivní pohyb

U hemiplegických pacientů se jako propioceptivní vstup do motorického systému využívá pasivní pohyb. Dochází k aktivaci kortikálních oblastí podobně jako u aktivního pohybu, i když v menší intenzitě (Nelles et al., 1999, s. 1515). Touto cestou však nelze dosáhnout ani zlepšování výkonu, ani navodit kortikální plasticitu. Hlavní roli v motorickém učení a rehabilitaci je tedy nutné přikládat volní složce pohybu (Lotze, 2003, s. 871).

Observace pohybu

Pouhé pozorování pohybu vede k vytvoření trvalé paměťové stopy v korové projekci, která se podobá změnám vyvolaným aktivním cvičením. Ačkoli jsou změny vyvolané AO podstatně menší, podobají se jak v kvalitě, tak specifitě pro daný pohyb. Aktivace mirror neuron systému ve ventrální premotorické oblasti vyvolá následnou aktivaci neuronů primární motorické kortex. Tato aktivace je dostačující k zakódování pohybu a vytvoření jeho paměťových stop (Stefan et al., 2005, s. 9344). Při AO může navíc docházet k aktivaci na úrovni spinální míchy, zde se však autoři rozcházejí v názorech. Baldissera et al. (2001, s. 192) spinální excitabilitu potvrdili pro pohyby ruky, kdežto Patuzzo et al. (2003, s. 1277) jí ve své studii nezaznamenali.

Představa pohybu

U CMP bylo prokázáno, že MI afektovanou končetinou vyvolává, podobně jako aktivní pohyb, aktivitu v ipsilaterální hemisféře, tedy v opačné hemisféře, než se nachází léze (Kimberley et al., 2006, s. 268). Ve studii Stinear et al. (2007, s. 1754, 1755) je však demonstrováno, že tento závěr nelze zcela zobecnit. V jejich vzorku u postižení levé hemisféry MI aktivovala primární motorickou areu kontralaterální pravé, tedy nepostižené hemisféry. Zajímavé je, že tuto hemisféru facilitoval pohyb obou končetin, paretické i neparetické. Tento jev může být způsoben zvýšeným upřednostňováním neafektované HK v ADL, a tedy posunem dominance hemisfér z levé hemisféry na pravou. U postižení pravé hemisféry se aktivita

v primární motorické aree neobjevila ani na jedné straně. Zdá se, že postižení pravé hemisféry postihuje vyšší kognitivní funkce, jako je plánování pohybu, a ačkoliv se neprojeví funkčním postižením, aktivitu pomocí MI nelze vyvolat. Je tedy možné, že excitabilita primární motorické arey pomocí MI je závislá na inputu z ostatních funkčních oblastí pravé hemisféry, které mohou být přerušeny.

3.2 Mentální trénink

Mentální trénink je technika, kdy fyzické schopnosti mohou být trénovány kognitivně bezpečně a opakovaně (Page, Levine, Leonard, 2007, s. 1293). Využití mentálního tréninku v rehabilitaci CMP spočívá v aktivaci neurálních oblastí a drah pomocí představy pohybu, které se shodují s oblastmi při provedení pohybu (Jeannerod, 2006, in Confaloniery et al., 2012, s. 2). Na rozdíl od aktivní i pasivní terapie obnovy motorických schopností, MI ve svém principu není závislá na reziduální funkci, ale pouze na volní aktivitě pacienta. U pacientů po CMP může tedy poskytovat náhradu za provedení pohybu jako prostředek aktivace neuronální sítě (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1942). Není však jisté, do jaké míry je u pacientů po CMP zachovaná schopnost kognitivně zrekonstruovat a simulovat pohyb poškozenou končetinou. (Confaloniery et al., 2006, s. 2).

Různé studie ukazují, že u pacientů po cévní mozkové příhodě s přetrvávajícími motorickými deficity je schopnost představy pohybu zachována zcela, či alespoň částečně. I ve stavech, kdy dochází k afekci motorického systému, zůstává schopnost vytvářet představu pohybu intaktní (Jeannerod, Frak, 1999, s. 737). Může však docházet k impairmentu kognitivních procesů, které jsou součástí představy pohybu (Yan et al., 2012, s. 1, 9).

Kombinace mentálního tréninku s fyzioterapií je považována za cennou facilitační techniku motorické obnovy a má málo, jestli vůbec nějaké vedlejší účinky a kontraindikace. (Confaloniery et al., 2006, s. 2). Meta analýza od Driskella a kolegů (1994, s. 481) se pokusila stanovit do jaké míry je možné mentálním tréninkem ovlivnit výkon při pohybových aktivitách a za jakých podmínek je nejvíce efektivní. Podle výsledků se mentální trénink ukázal jako efektivní. Závisí však na typu pohybové aktivity, intervalu mezi tréninkem a samotným provedením a na celkové délce intervence mentálního tréninku. Například profesionální sportovní týmy mají v dnešní době mentální trénink často zasazený do svých programů a někteří dokonce navrhují, že mentálnímu silovému tréninku by měl být dáván stejný prostor jako tréninku fyzickému (Shackell, Standing, 2007, s. 189).

Page a kolegové (2007, s. 1295, 1296) porovnávali 2 skupiny probandů – v jedné podstoupili probandi fyzickou terapii doplněnou o relaxační cvičení, ve druhé skupině byla terapie doplněna o MI. Ve skupině s MI tréninkem se významně snížil impairment afektované HK a výrazně se zlepšila její pohyblivost. Motorické změny se projevily i v celkové funkci. Pacienti byli schopni provádět komplexní činnosti, které od ataky nezvládali (například psaní, listování v knize, pití ze sklenice). V jiné studii, byla kombinovaná terapie pomocí MI a klasické fyzioterapie doplněna ještě o relaxační trénink. U pacientů v chronické fázi, jeden rok po atace, došlo k významnému zlepšení všech funkcí afektované HK (Yan et al., 2012, s. 1).

Nedelko et al. (2012, s. 2–5) se zabýval videoterapií u pacientů po CMP. Videá zahrnovala jak jednoduché a složité úkoly spojené s manipulací předmětů, tak pouhé pantomimické provedení pohybu bez předmětu. Výsledek studie ukázal, že kombinace AO a MI navozuje vyšší mozkovou aktivitu než samotná observace.

Při ztrátě funkce horní končetiny je důležité směřovat fyzioterapeutické působení k její obnově. Vhodným přístupem, může být využití AO a MI pro nácvik napití se, které je spolu s nasycením jednou ze základních sebeobslužných činností každodenního života. Lee et al. (2013, s. 613, 614) se ve své studii zaměřil právě na tento úkon. Podle jejich výsledků se jeví observace pohybu jako nejvhodnější v případě, že pacient není schopen reálného pohybu. Tento fakt umožňuje alternativní řešení nácviku pohybu i v případech, kdy je zcela znemožněn (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1942). Pokud je hybnost zachovaná, je observace pohybu vhodná k nabuzení mirror neuron systému a měla by být následována fyzickým nácvikem stejného pohybu (Lee et al., 2013, s. 614).

Cincotta et al. (1999, in Mulder, 2007, p. 1272) uvedl případovou studii pacientky s locked-in syndromem. Měsíc po iktu EMG a TMS záznam u m. flexor digitorum indicis neobjevil žádnou aktivitu. Po důsledné instruktáži o co nejživější MI se na obou záznamech objevila aktivita odpovídající relaxovanému stavu svalu.

Ačkoli předchozí uvedené studie ukazují, že mentální trénink je méně efektivní než trénink fyzický, pacienti po CMP z něj mohou výrazně těžit i v případě, že jsou schopni reálného pohybu (Liu et al., 2004, in Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1948). Pravděpodobně je to způsobené tím, že pacienti v mentálním tréninku často pokračují sami, nezávisle na vedené terapii, a tím vlastně zvyšují frekvenci terapie. Výhodou MI je právě fakt, že k jejímu provádění není vedení terapeutem nutné. Pacienta stačí zainstruovat v daných aktivitách, které si posléze představuje sám a v době kdy potřebuje. Dané pohyby si navíc může pacient představovat v jakémkoli kontextu (Munzert, Lorey, Zentgraf, 2009, s. 318). Stejně tak nenáročná je i terapie

AO (popřípadě MI+AO), kdy stačí pacientovi připravit sadu videí, která si pak sám pouští. Dijkerman et al. (2004, s. 546) připravili pilotní studii na domácí 4 týdenní terapii pomocí MI. Výsledky ukázaly, že pacienti se v představovaných aktivitách zlepšili. Pro jiné činnosti, které nebyly zahrnuty v tréninkové jednotce, včetně ADL, však výsledek nebyl signifikantní.

Po CMP vykazují na postižené straně pacienti často větší motorický deficit, než ve skutečnosti mají. Naučí se používat neafektovanou končetinu pro většinu ADL a snížení pohybového spektra paretické strany je tedy spíše návykem – ačkoli jsou toho schopni, paretickou končetinu v ADL nepoužívají. V důsledku toho se celkový handicap zvětšuje nejen na končetině, ale i v její motorické kortikální organizaci (Page, Levine, Leonard, 2005, s. 401, 402). Mentální trénink se uvažuje jako vhodný prostředek právě v rehabilitaci akinezie, a to i v případech, kdy jedinci afektovanou končetinu vyřadili z pohybu i na dobu několika let (Page, Levine, Leonard, 2007, s. 1296). Je pravděpodobné, že MI vede k častějšímu zapojování končetiny jednoduše tím, že zvyšuje pacientovo povědomí o končetině. MI může alterovat motorické schéma, které končetinu vyřazuje z pohybu, a navíc může nastavit schéma nové, které afektovanou končetinu naopak využívá (Page, Levine, Leonard, 2005, s. 399). Ve studiích z roku 2005 i 2007 se tyto hypotézy potvrdily. Pacienti začali díky MI tréninkům používat afektovanou končetinu daleko více, včetně provádění ADL (Page, Levine, Leonard, 2005, s. 402; Page, Levine, Leonard, 2007, s. 1296).

Mentální trénink se tedy ukazuje jako vhodný prostředek aktivace neurální sítě v jakékoli fázi rehabilitační léčby CMP, bez ohledu na typ prodělaného CMP a může být využíván nezávisle na aktuálních motorických schopnostech jedince (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1949). Menší efektivita mentálního tréninku oproti fyzickému může být zapříčiněna nedostatkem senzomotorického feedbacku. Právě nedostatek senzomotorických vjemů může zapříčinit zpomalení celkového progresu v rehabilitaci motoriky (Han, Law-Gibson, Reding, 2002, s. 1923). Aby byl efekt mentálního tréninku ještě zvýšen, je možné pacientům poskytnout senzickou zpětnou vazbu. Vizuelní feedback lze snadno získat díky observaci pohybu. Pravděpodobně ještě důležitější je však somatosenzorický feedback. U pacientů schopných pohybu je pohyb nejlepší následně reálně vykonat, u plegických pacientů je vhodné doplnit terapii o pasivní provedení celého pohybu (Lotze, Halsband, 2006, s. 391).

3.2.1 Kognitivní aspekty

Poškození mozku je často spojené také s kognitivním deficitem. Je otázkou, do jaké míry je schopnost AO a MI opravdu nemožná, a nakolik je pouze natolik ztížená komunikace

s pacientem, že není možné kontrolovat provedení terapie. Bohužel v této oblasti existuje poměrně málo empirických důkazů, protože právě díky zhoršené komunikaci jsou probandi obvykle vyřazeni ze studií.

Předpokládá se, že pro schopnosti MI jsou nutné následující kognitivní procesy: zachovaná paměť, dostatek soustředění a pozornosti, schopnost plánování, intaktní komunikace a vnímání tělesného schématu (Guillot, Collet 2010, s. 134, 135).

Mirror neuron systém je schopen pracovat nezávisle na vědomém soustředění a měnit tak plasticitu mozku, aniž by se jedinec musel plně soustředit na pozorované pohyby. Z tohoto hlediska se zdá, že by AO mohla být výhodnou terapií u pacientů se zhoršenou komunikací, či afázií a to i v případě, kdy pacienti nejsou schopni pochopit verbální instrukce (Stefan et al., 2005, s. 9345).

4 Cíl práce

V této diplomové práci je zkoumán efekt terapie pomocí observace, Action observation terapie. Cílem práce bylo zjistit, zda a do jaké míry je AO terapie účinná u pacientů po cévní mozkové příhodě. Pro ověření byla prováděna povrchová elektromyografie v několika různých kombinacích observace, představy a provedení účelového pohybu při napití se ze sklenice.

4.1 Hypotézy

K dosažení cíle práce a pro potřeby statistické analýzy byly stanoveny následující nulové a alternativní hypotézy:

- H₁) H₀₁: Neexistuje rozdíl ve svalové aktivitě paretické a neparetické horní končetiny při představě nebo observaci pohybu.
H_{A1}: Existuje rozdíl ve svalové aktivitě paretické a neparetické horní končetiny při představě nebo observaci pohybu.
- H₂) H₀₂: Neexistuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny v klidu ve výchozí poloze a svalovou aktivitou paretické končetiny při čisté observaci nebo představě.
H_{A2}: Existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny v klidu ve výchozí poloze a svalovou aktivitou paretické končetiny při čisté observaci nebo představě.
- H₃) H₀₃: Neexistuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu ruky k ústům a svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu s observací nebo představou.
H_{A3}: Existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu ruky k ústům a svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu s observací nebo představou.
- H₄) H₀₄: Neexistuje rozdíl před a po Action observation terapii v rozdílu délky času provedení čisté představy nebo představy s pohybem mezi paretickou a neparetickou horní končetinou.
H_{A4}: Existuje rozdíl před a po Action observation terapii v rozdílu délky času provedení čisté představy nebo představy s pohybem mezi paretickou a neparetickou horní končetinou.
- H₅) H₀₅: Neexistuje rozdíl ve funkčním hodnocení paretické horní končetiny pomocí ARAT testu před a po Action observation terapii.

H_{A5}: Existuje rozdíl ve funkčním hodnocení paretické horní končetiny pomocí ARAT testu před a po Action observation terapii.

H₆) H₀₆: Neexistuje rozdíl ve schopnosti motor imagery hodnocené pomocí MIQ-RS dotazníku před a po Action observation terapii.

H_{A6}: Existuje rozdíl ve schopnosti motor imagery hodnocené pomocí MIQ-RS dotazníku před a po Action observation terapii.

5 Metody výzkumu

5.1 Charakteristika sledovaného souboru

Experimentální části výzkumu se zúčastnilo 13 probandů z lůžkového oddělení Rehabilitační kliniky Fakultní nemocnice Olomouc. Probandi prodělali cévní mozkovou příhodu s paretickým deficitem na horní končetině. Z tohoto počtu byly vyřazeni 3 pacienti – 1 pacient byl vyřazen z technických důvodů pro dočasnou nefunkčnost EMG přístrojů, 2 pacienti byli vyřazeni z důvodu typu prodělaného CMP (kvadruparetická forma, druhá ataka). Věk probandů se pohyboval v rozmezí 59 ± 9 let. Jednalo se o pacienty v subakutní fázi CMP, kdy průměr dnů od ataky při prvním měření byl 26 ± 16 . Kritéria pro výběr probandů byla následující: jejich zdravotní stav byl v době výzkumu stabilní, jednalo se o první iktus s hemiparetickou symptomatikou, pacienti byli bez závažných sluchových, vizuálních, kognitivních či komunikativních poruch. Při vyšetření pomocí Mini Mental State Examination (MMSE, viz Příloha 4) před prvním měřením dosáhli všichni probandi minimálně 28 bodů. V tabulce 1 je přehled pohlaví, věku, dnů od ataky, typu postižení, MMSE a diagnózy.

Všichni probandi byli před prvním měřením poučení o průběhu měření a poskytli informovaný souhlas o zařazení do studie (viz Příloha 5) a následné prezentaci získaných dat. Současně všichni probandi absolvovali standardní fyzioterapii v rámci pobytu na lůžkovém oddělení Rehabilitační kliniky FN Olomouc.

Tabulka 1 Charakteristika sledovaného souboru

Proband	Pohlaví	Věk	Dny od ataky	Postižení	MMSE	Diagnóza
1	♂	60	56	L paréza	30	ischemie thalamu vpravo
2	♂	51	18	L plegie	29	ischemie ACM dx.
3	♂	65	17	P paréza	28	ischemie ACM sin.
4	♂	44	14	L plegie	29	hemoragie FP oblasti dx.
5	♂	58	22	P plegie	30	ischemie VB povodí sin.
6	♂	56	25	L plegie	30	ischemie ACM dx.
7	♂	66	13	P paréza	30	ischemie thalamu sin.
8	♀	67	14	L paréza	28	ischemie ACM dx.
9	♂	73	35	L plegie	30	ischemie ACM dx.
10	♂	50	52	L paréza	30	ischemie ACM dx.

Legenda: L – levá, P – pravá, ACM – a. cerebri media, FP – fronto-parietální, VB – vertebrobasilární, sin. – vlevo, dx- vpravo.

5.2 Hodnotící metody

Pro hodnocení efektu terapie bylo vybráno vyšetření klinických testů, které může být zopakováno i v jiných podmínkách. Pro hodnocení okamžitého efektu AO a MI bylo provedeno povrchové elektromyografické měření.

5.2.1 Klinické testy

Před zahájením měření byla pro ověření úspěšnosti experimentu hodnocena motorická funkce horních končetin klinickými testy Action Research Arm Test a Modifikovanou Ashworth škálou.

Action Research Arm Test (ARAT) hodnotí funkci horní končetiny. Pro provedení je zapotřebí několik speciálních předmětů (McDonnell, 2008, s. 220). Skládá se z 19 položek, rozdělených do 4 kategorií. Každá položka je bodována od 0 do 3 bodů: 0 = neprovede, 1 = provede částečně, 2 = provede v delším čase, než je definováno, 3 = provede v definovaném čase, s maximálním počtem 57 bodů (Page, Levine, Leonard, 2007, s. 1294). Plné znění testu je na konci práce (Příloha 6).

Modifikovaná Ashworth škála (MAS) je subjektivní škála pro hodnocení spasticity. Hodnotí vzrůstající odpor během pasivního protažení svalu v celém rozsahu pohybu daného segmentu (Bohannon, Smith, 1987, s. 206). MAS rozeznává 6 stupňů spasticity: 0 = žádný vzestup odporu, 1 = lehký vzestup odporu, minimální ke konci pohybu, 1+ = lehký vzestup odporu během méně než 1/2 rozsahu pohybu, 2 = výraznější odpor, ale snadné provedení pohybu, 3 = výrazný odpor s obtížným pasivním pohybem, 4 = nemožný pasivní pohyb (Štětkářová, 2009, s. 149).

Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke (viz Příloha 2 a Příloha 3) je škála hodnotící schopnost vizuální a kinestetické představy pohybu. Hodnocení zahrnuje představu pohybu horních a dolních končetin tak, aby byl vhodný pro populaci s omezenou mobilitou (Gregg, Hall, Butler, 2010, s. 253). Testované aktivity zahrnují pohyby z každodenního života a jsou prováděny v sedě (Butler et al., 2012, s. 3). Skládá se ze 14 položek, 7 hodnotí vizuální představu a 7 kinestetickou představu. Při vyšetření nejprve proband zaujme výchozí polohy a daný pohyb provede, poté si ve stejné výchozí poloze provedení pohybu představuje. Nakonec oznámkuje obtížnost představení pohybu na škále od 1 do 7, kdy 1 = velmi obtížné a 7 = velmi lehké na představení/procítění (Gregg, Hall, Butler, 2010, s. 250, 251).

5.2.2 Povrchová elektromyografie

Pro ověření účinnosti terapie byla měřena aktivita svalů horní končetiny v různých situacích pomocí 16 kanálového povrchového elektromyografu Noraxon TeleMyo 2400T G2. Elektrody byly umístěny bilaterálně vždy na 7 svalů: m. trapezius, m. deltoideus, m. triceps brachii, m. biceps brachii, m. serratus anterior, m. extenzor digitorum a m. flexor digitorum, zemní elektroda byla na processus C7. Svody byly napojeny vždy pouze na elektrody jedné končetiny (celkem 7 svodů) a současně byly zapojeny dva 3D akcelerometry (celkem 6 svodů) k určení začátku a konce pohybu. Každý akcelerometr byl umístěn na hlavičku III. metakarpu z dorzální strany ruky. Celý průběh měření byl zaznamenáván na kameru, která běžela synchronně s elektromyografickým záznamem.

Pro přesné umístění elektrod bylo před jejich aplikací palpováno břicho svalu v izometrické aktivitě, pak bylo ošetřeno abrazivní pastou, důkladně očištěno a osušeno. Samoadhezivní elektrody o velikosti 57 x 36 mm byly nalepeny kolmo na průběh svalových vláken, vzdálenost středu terčů byla 1,5 cm.

5.3 Experiment

Výchozí poloha probanda pro všechny testované situace byla standardizována: vzpřímený sed u stolu na židli bez opory zad, s mírnou abdukci a flexí v kyčlích, kolena ve flexi, chodidla v kontaktu s podlahou. Horní končetiny byly volně položené na stole v semiflexi v ramenních a loketních kloubech. Doprostřed stolu, 20 cm od okraje u probanda, byla umístěna značka znázorňující uložení pomyslné sklenice. V této výchozí pozici byla měřena klidová hodnota po dobu 10 s, která předcházela měření testových situací.

V samotném experimentu byly testovány různé situace, které kombinují observaci, představu a provedení pohybu. Jednotlivé situace byly vykonány v randomizovaném pořadí. Každá situace byla náhodně opakována 3 krát, aby byl co nejvíce vyloučen případný vliv motorického učení. Měření probíhalo nejprve na neparetické, potom na paretické končetině (bez ohledu na dominanci).

Měřené situace zahrnují:

- prostý bezúčelný pohyb ruky k ústům (RÚ, ruka-ústa),
- observace napití se ze sklenice na videu (ČO, čistá observace),
- představa pohybu uchopení sklenice a napití se při zavřených očích bez pohybu ruky (ČP, čistá představa),

- pohyb ruky k ústům se současnou představou uchopení sklenice a napití se při zavřených očích (PP, pohyb s představou),
- pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice na videu (PO, pohyb s observací).

Při skutečných i představovaných pohybech bylo úkolem pacientů z výchozí pozice dosáhnout na pomyslnou sklenici, uchopit ji, zvednout ze stolu a přiblížit ji k ústům, imitovat napití se (jeden doušek) a položit sklenici zpět na stůl na vyznačené místo a dát HK do výchozí pozice.

Video pro observaci (ČO, PO) bylo natočeno z 1. perspektivy, probandům bylo pouštěno z monitoru, umístěného uprostřed zorného pole přímo před účastníkem. Protože při čisté představě (ČP) nedochází k žádnému viditelnému pohybu, pacient byl instruován, aby začátek a konec představy označil klepnutím prstů ruky momentálně neměřené končetiny.

Celé měření takto probíhalo před začátkem Action observation terapie a stejný postup byl dodržen i po jejím ukončení. Ukázka průběhu měření je přiložena na konci práce (viz Příloha 7).

5.4 Action observation terapie

Action observation terapie (AO terapie) byla prováděna po dobu 1 týdne na Lůžkovém oddělení Rehabilitační kliniky FN Olomouc. Terapeutická jednotka probíhala zhruba 20 minut na pokoji, dvakrát denně.

Po dobu terapie proband seděl u stolu s notebookem, který byl umístěn přímo před ním. Horní končetiny byly volně položené vedle notebooku. Probandům byly pouštěny videonahrávky, na kterých bylo celkem 13 činností z každodenního života, které zahrnovali manipulaci s různými předměty a odpovídali různým úchopům ruky (viz Příloha 8). Pro jednu terapeutickou jednotku bylo vybráno vždy 5 videí. Video bylo puštěno pro pravou nebo levou HK tak, aby se shodovalo s pacientovým postižením. Pacienti pozorně sledovali celý pohyb a byli instruováni, aby si intenzivně představovali, že stejný pohyb provádí, aniž by se však ve skutečnosti pohnuli. Po 10 minutách videoterapie byly před probandy umístěny předměty odpovídající daným pohybům. Druhých 10 minut vykonávali, nebo se alespoň pokusili provést stejné činnosti, které v první polovině sledovali.

5.5 Zpracování dat

5.5.1 Zpracování EMG signálu

Naměřená data byla zaznamenána a následně zpracována v programu MyoResearch XP Master Edition 1.07. Protože při měření čisté představy byl zaznamenán pouze její začátek a konec, nebylo možné celý pohyb napítí ze sklenice rozdělit na fáze. Hodnocen byl tedy u všech situací vždy celý průběh pohybu. Začátek a konec jednotlivých pohybů byl stanoven podle údajů z akcelerometru doplněných o kamerový záznam synchronizovaný s EMG měření.

Před vyhodnocením byl surový EMG záznam upraven. Po odstranění EKG artefaktů byl signál plně rektifikován a poté vyhlazen. Pro vyhlazení byl použit RMS algoritmus s velikostí okna 50 ms. Takto upravený signál byl následně zpracován reportem typu Standard Amplitude a výsledná data byla převedena do programu Microsoft Office Excel. Celý EMG signál byl v Excelu rozdělen po 0,7 ms a v daném čase byla určena velikost amplitudy. Na konci reportu byly všechny takto určené amplitudy zprůměrovány. Tato hodnota určuje průměrnou aktivitu svalů v μV .

Každá měřená situace byla zpracována zvlášť a byla spočítána průměrná hodnota ze tří opakování v jednom měření. Tato hodnota byla následně normalizována s ohledem na testovanou aktivitu. Čistá observace a čistá představa byla vztažena procentuálně ke klidové hodnotě, pohyb s observací a pohyb s představou byly vztaženy procentuálně k pohybu ruka-ústa.

5.5.2 Hodnocení času

V situacích, které využívali motor imagery, tedy v čisté představě a při pohybu s představou, byla hodnocena celková délka času nutného pro provedení. Čas nutný pro provedení pohybu byl získán z odpovídajícího EMG měření po převedení reportu do programu Microsoft Office Excel. Tento čas byl dále porovnán mezi paretickou a neparetickou končetinou. Hodnotil se rozdíl mezi oběma končetinami před terapií a po terapii, zda se délka trvání představy či pohybu s představou přibližuje pro provedení paretickou HK k provedení neparetickou HK.

5.5.3 Statistická analýza

Naměřená data byla zpracována ve statistickém programu STATISTICA 12 od firmy StatSoft.

Hodnoceny byly následující parametry: normalizovaná svalová aktivita v %, čas (délka trvání) aktivit využívajících motor imagery, ARAT test a MIQ-RS dotazník.

Pro výběr správné metody byla nejprve otestována normalita každého parametru pomocí Shapiro-Wilkova W testu. Po určení normality byla párová data porovnávána buď parametricky, pomocí Studentova t-testu pro závislé vzorky, nebo neparametricky, Wilcoxonovým párovým testem. Dále byly provedena popisná statistika a určeny hodnoty mediánu či modusu, maxima a minima. Signifikance byla testována na hladině $p < 0,05$ a $p < 0,01$. Signifikantní výsledky byly následně zobrazeny v krabicových kvartilových grafech, kde jsou signifikance znázorněny jako * ($p < 0,05$), respektive ** ($p < 0,01$).

6 Výsledky

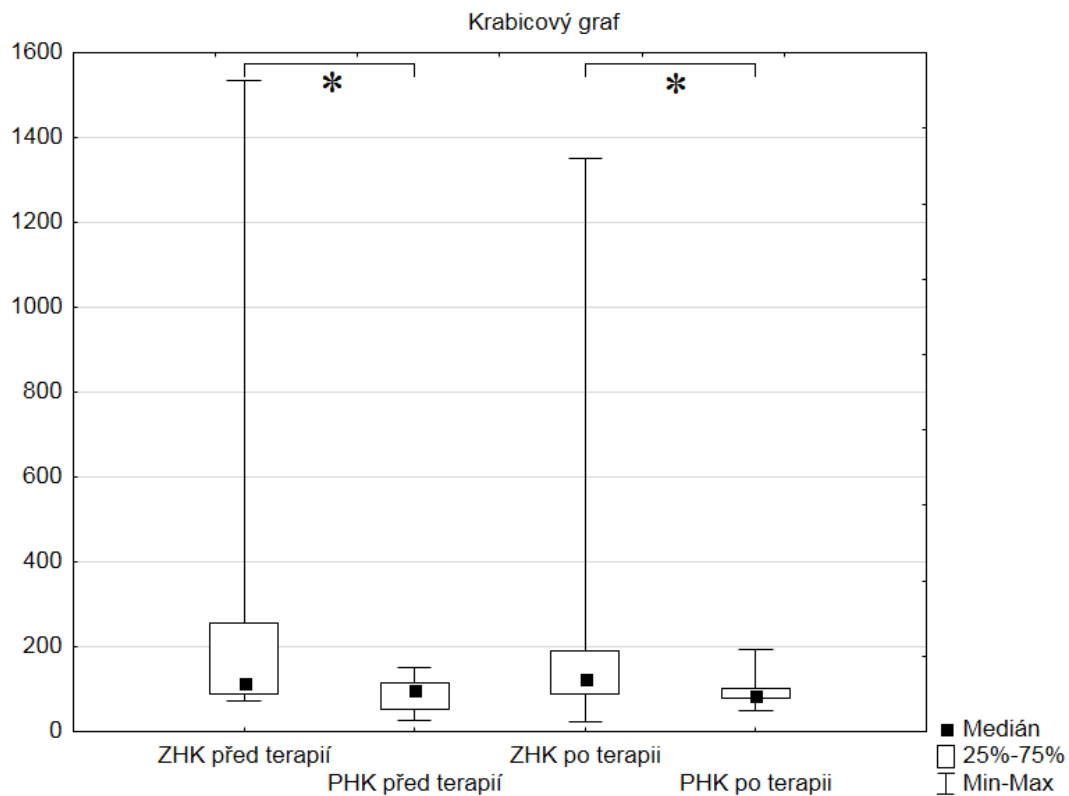
Po zpracování všech EMG záznamů a převedení výsledků klinického vyšetření do excelu, byla data statisticky analyzována. Z hodnocených svalů byl pro množství EKG artefaktů vyřazen m. serratus anterior. Tyto artefakty přetrvávaly v záznamu i po jejich opakované redukci. Jeden z probandů je navíc po implantaci kardiostimulátoru a software tyto artefakty nebyl schopen rozpoznat. Statistický přehled normalizovaných hodnot aktivity všech svalů ve všech testovaných činnostech je v přílohách na konci práce (viz Příloha 9). Z důvodu velké subjektivity klinického vyšetření spasticity pomocí Modifikované Asworth škály nejsou výsledky zahrnuty v této kapitole. Pro kompletní doplnění jsou zařazeny na konci práce (viz Příloha 10).

6.1 Výsledky k hypotéze H_1

Pro ověření hypotézy H_{01} ve znění: *neexistuje rozdíl ve svalové aktivitě paretické a neparetické horní končetiny při představě nebo observaci pohybu*, byly srovnávány průměrné normalizované hodnoty svalové aktivity (tedy jejich procentuální vyjádření), zvláště pro každý měřený sval. Ve všech aktivitách byla porovnána data paretické HK vůči neparetické HK. Signifikantní výsledky vyšly pro čistou představu, a to pro následující svaly: m. trapezius, m. flexor digitorum.

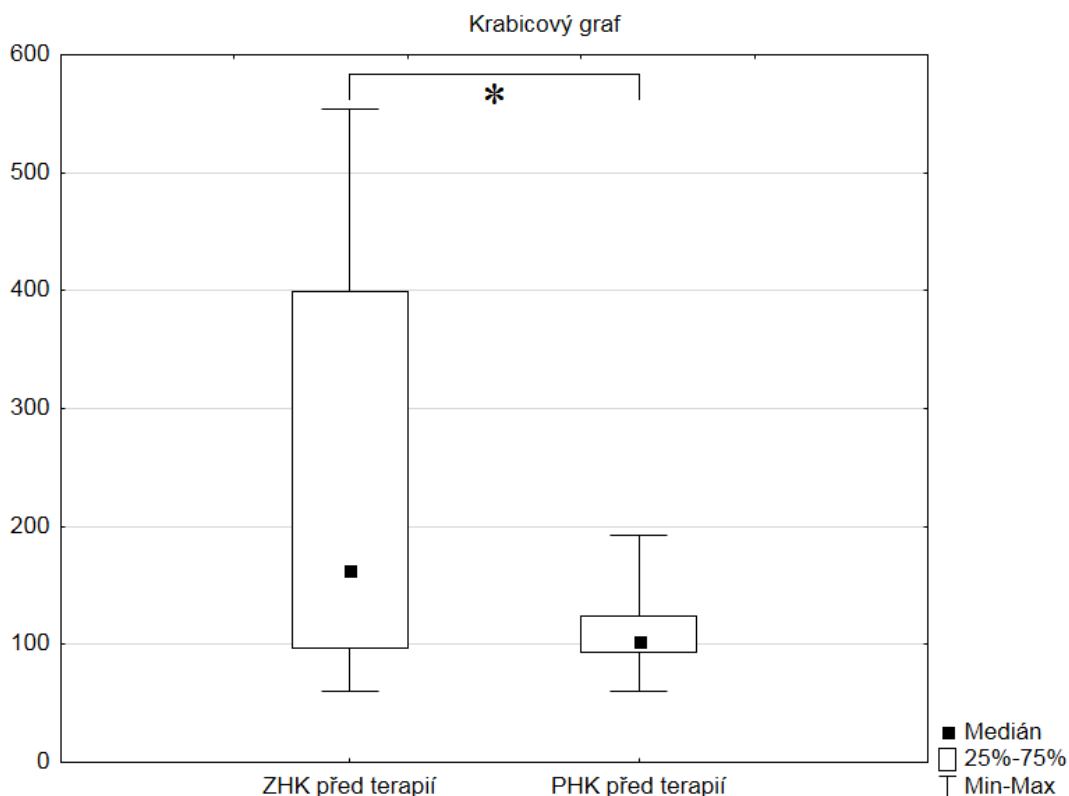
Pro m. trapezius a m. flexor digitorum při čisté představě vyšlo porovnání paretické a neparetické končetiny jako signifikantní na hladině $p < 0,05$. Pro tyto dva svaly zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu H_{A1} ve znění: *existuje rozdíl ve svalové aktivitě paretické a neparetické horní končetiny při představě nebo observaci pohybu*. Pro porovnání ostatních svalů nulovou hypotézu nezamítáme.

Pro **m. trapezius** vyšlo u čisté představy po srovnání aktivity Wilcoxonovým párovým testem na obou končetinách $p = 0,047$ před terapií i po terapii. Distribuce hodnot je znázorněna v kvartilovém krabicovém grafu na obrázku 1. Normalizované hodnoty svalové aktivity jsou znázorněné v příloze (viz Příloha 9). Při prvním měření byl medián aktivity neparetické HK 115,66 % a paretické HK 97,84 %, medián rozdílu byl 51,47 %. Při měření po Action observation terapii byl medián aktivity paretické HK 125,01 % a neparetické HK 85,54 %, medián rozdílu byl 42,58 %. Celkově tedy byla aktivita na paretické končetině nižší před i po terapii, po terapii byl však rozdíl mezi aktivitou paretickou a neparetickou HK nižší.



Obrázek 1 Kvartilový krabicový graf pro čistou představu u m. trapezius před a po AO terapii
*Legenda: ZHK – zdravá horní končetina, PHK – paretická horní končetina, * – $p < 0,05$.*

Hodnoty **m. flexor digitorum** vykazovaly normálové rozložení, po analýze Studentovým t-testem pro závislé vzorky vyšlo **$p = 0,029$** pro srovnání paretické a neparetické HK při čisté představě před terapií. Medián svalové aktivity neparetické horní končetiny byl 163,4 % a paretické horní končetiny 102,68 %, medián rozdílu mezi oběma končetinami byl 51,47 %. Kvartilový krabicový graf zobrazuje distribuci hodnot svalové aktivity m. flexor digitorum pro obě končetiny při prvním měření (obrázek 2).



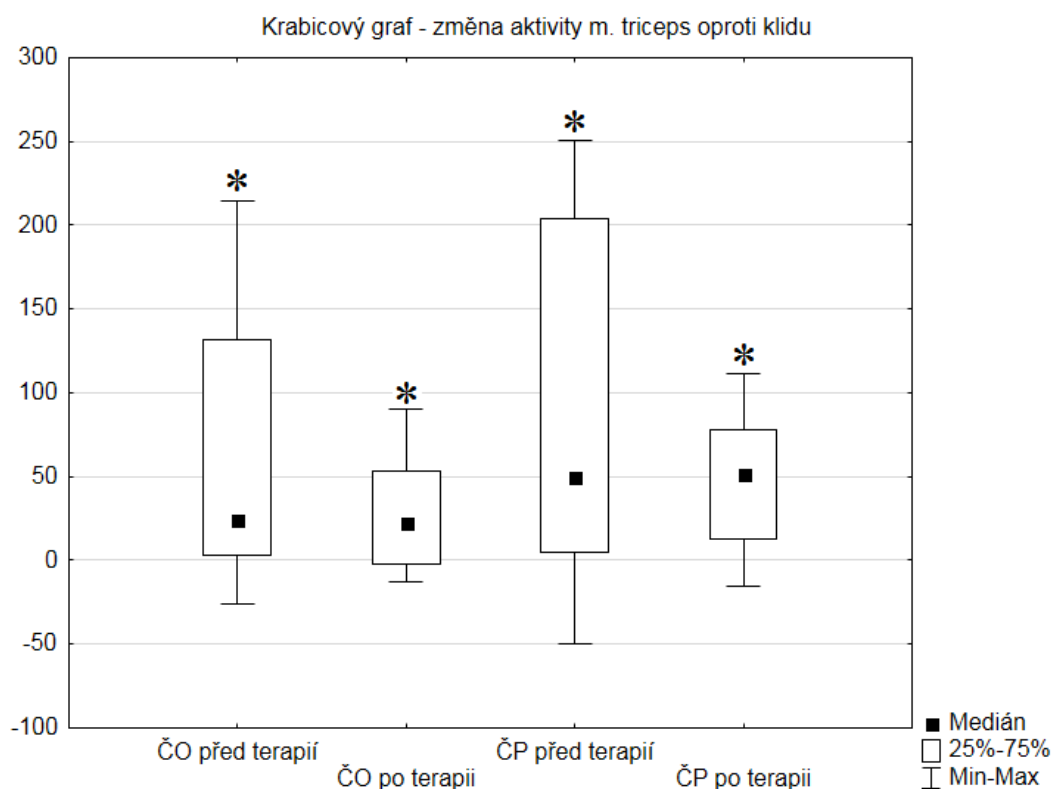
Obrázek 2 Kvartilový krabicový graf pro čistou představu m. flexor digitorum před AO terapií
 Legenda: ZHK – zdravá horní končetina, PHK – paretická horní končetina, * – $p < 0,05$.

6.2 Výsledky k hypotéze H₂

Hypotéza H₀₂ ve znění: *neexistuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny v klidu ve výchozí poloze a svalovou aktivitou paretické končetiny při čisté observaci nebo představě*, byla statisticky analyzována zvlášť pro čistou observaci a zvlášť čistou představu. Porovnání bylo testováno pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu. Pro čistou observaci vyšlo statisticky významně porovnání u m. triceps brachii na hladině $p < 0,05$. Pro čistou představu vyšly statisticky významné rozdíly u svalů m. triceps brachii na hladině $p < 0,05$, m. deltoideus a m. biceps brachii na hladině $p < 0,01$.

Nulovou hypotézu zamítáme pro čistou observaci u m. triceps brachii a pro čistou představu u m. deltoideus, m. triceps brachii a m. biceps brachii a přijímáme hypotézu alternativní H_{A2} ve znění: *existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny v klidu ve výchozí poloze a svalovou aktivitou paretické končetiny při čisté observaci nebo představě*. Pro ostatní svaly nulovou hypotézu zamítnout nelze, zamítáme hypotézu alternativní.

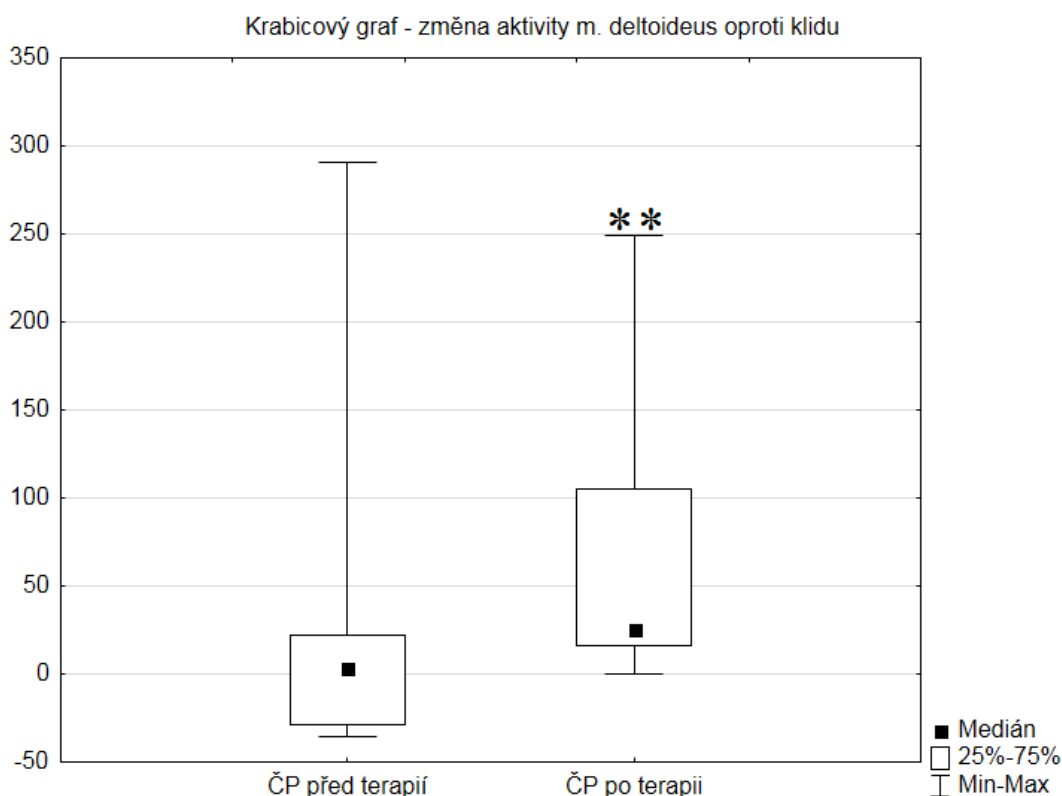
Před terapií se svalová aktivita **m. triceps brachii** při čisté observaci zvýšila oproti klidu průměrně o 62,2 %, medián změny byl 24,3 %. Maximálně svalová aktivita narostla o 214,6 % a snížila se o 26 %. Po terapii se aktivita při čisté observaci zvýšila průměrně o 28,8 %, medián změny byl 22,8%. Maximálně se aktivita zvýšila o 90,1 % a minimální aktivita se snížila o 13,2 %. Pro měření čisté představy před terapií vyšla signifikance $p = 0,037$, po terapii $p = 0,047$. Při čisté představě se aktivita vůči klidu před terapií průměrně zvýšila o 85,2 %, medián změny byl 49,7 %. Nejvíce svalová aktivita narostla o 250,6% a snížila o 49,4 %. Při měření po terapii aktivita při čisté představě průměrně narostla o 47,3 %, medián změny byl 51,9 %. Nejvíce se aktivita zvýšila o 111,3 % a snížila o 15,8 %. Pro porovnání čisté představy s klidem před terapií vyšla signifikance $p = 0,022$ a po terapii $p = 0,017$. Změny svalové aktivity při obou činnostech oproti klidu jsou znázorněny v krabicovém grafu (obrázek 3).



Obrázek 3 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. triceps brachii srovnávající ČO a ČP s klidovou aktivitou

*Legenda: ČO – čistá observace, ČP – čistá představa, klidová hodnota = 0, * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity oproti klidu.*

M. deltoideus vykazuje signifikantní změnu při čisté představě. Při měření před terapií bylo srovnání s klidovou hodnotou nesignifikantní – průměrně se aktivita zvýšila o 30 %, medián změny byl 3 %. Maximálně aktivita narostla o 290,9 % a snížila se o 35,4 %. Při druhém měření po terapii bylo srovnání s klidovou hodnotou signifikantní, $p = 0,007$. Průměrně se aktivita zvedla o 60,2 % s mediánem změny 25,5 %. Maximální nárůst byl 249,1 %, pokles aktivity byl téměř zanedbatelný o 0,4%. Porovnání obou rozdílů zobrazuje graf na obrázku 4.



Obrázek 4 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. deltoideus srovnávající ČP s klidovou aktivitou

*Legenda: ČP – čistá představa, klidová aktivita = 0, ** – $p < 0,01$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity oproti klidu.*

Svalová aktivita **m. biceps brachii** se oproti klidu signifikantně mění při čisté představě. Před terapií nevykazuje signifikantní aktivita oproti klidu signifikantní změny – průměrně se zvýšila o 40,8 % s mediánem změny 25,9 %. Nejvíce se aktivita zvýšila o 198,6 % nebo klesla o 41,4 %. Po terapii se aktivita oproti klidu změnila se signifikancí $p = 0,005$. Průměrně aktivita vzrostla o 38,9 %, medián změny byl 19,5 %. K maximálnímu zvýšení aktivity došlo

o 163,7 %, k minimálnímu o 1 %, u žádného probanda nedošlo ke snížení aktivity. Distribuce změny aktivity při čisté představě oproti klidu je znázorněna v krabicovém grafu na obrázku 5.



Obrázek 5 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. biceps brachii srovnávající ČP s klidovou aktivitou

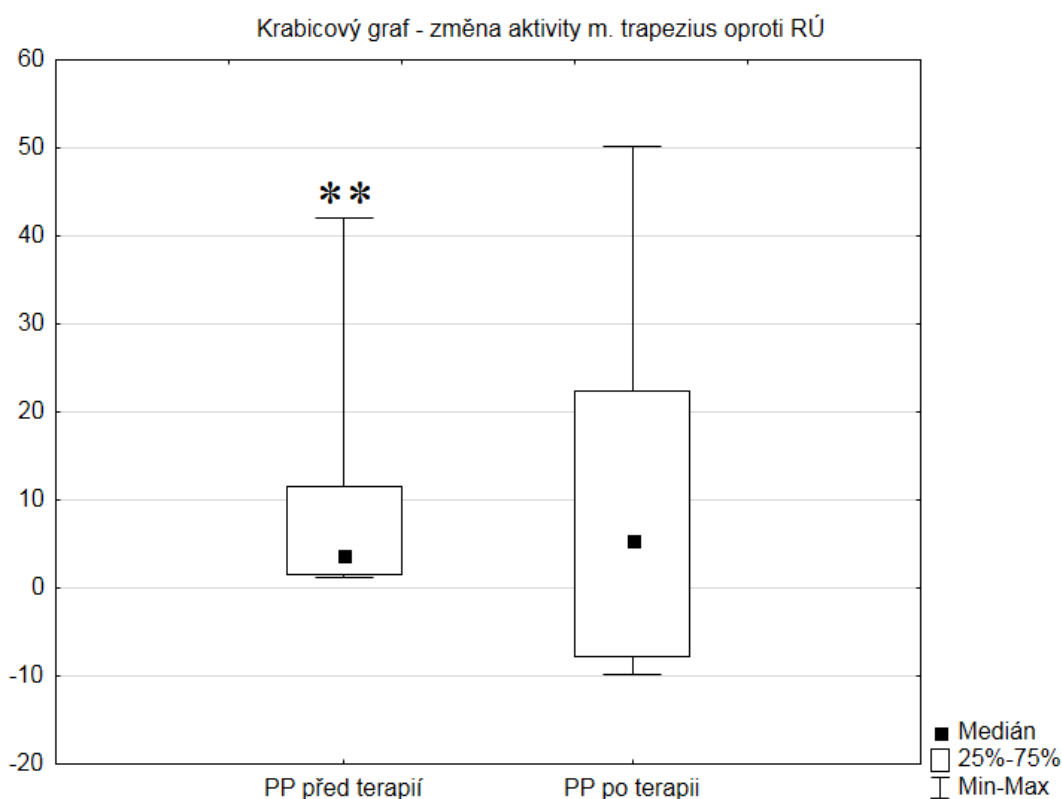
*Legenda: ČP – čistá představa, klidová aktivita = 0, ** – $p < 0,01$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity oproti klidu.*

6.3 Výsledky k hypotéze H₃

Pro ověření hypotézy H₀₃ ve znění: *neexistuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu ruky k ústům a svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu s observací nebo představou*, bylo zvlášť testováno porovnání pohybu ruky k ústům s pohybem s observací (RÚ-PO) a porovnání pohybu ruky k ústům s pohybem s představou (RÚ-PP). Data byla porovnána pomocí Wilcoxonova párového testu. Pro porovnání pohybu s observací vyšla statisticky významná změna u m. deltoideus, m. biceps brachii a m. flexor digitorum na hladině $p < 0,05$. Pro pohyb s představou vyšlo statisticky významné porovnání u m. deltoideus, m. triceps brachii, m. biceps brachii, m. extenzor digitorum a m. flexor digitorum na hladině $p < 0,05$ a u m. trapezius na hladině $p < 0,01$.

Nulovou hypotézu zamítáme pro pohyb s observací u m. deltoideus, m. biceps brachii a m. flexor digitorum, pro pohyb s představou u všech testovaných svalů a přijímáme hypotézu alternativní H_{A3} ve znění: *existuje rozdíl mezi svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu ruky k ústům a svalovou aktivitou paretické končetiny při pohybu s observací nebo představou*. Pro pohyb s observací u svalů m. trapezius, m. triceps brachii, m. extenzor digitorum nulovou hypotézu zamítnout nelze, zamítáme hypotézu alternativní.

M. trapezius vykazuje signifikantní změnu při pohybu s představou. Při měření před terapií bylo srovnání s aktivitou při prostém pohybu ruka-ústa signifikantní pro $p = 0,005$. Průměrně se aktivita zvýšila o 9,7 %, medián změny byl 3,7 %. Maximálně aktivita narostla o 42 %, minimálně narostla o 1,1 %, u žádného z probandů neklesla. Po terapii bylo srovnání nesignifikantní. Průměrně se aktivita zvedla o 9,1 % s mediánem změny 5,5 %. Maximální nárůst byl 50,2 %, maximální pokles o 9,9 %. Porovnání obou rozdílů zobrazuje krabicový graf na obrázku 6.

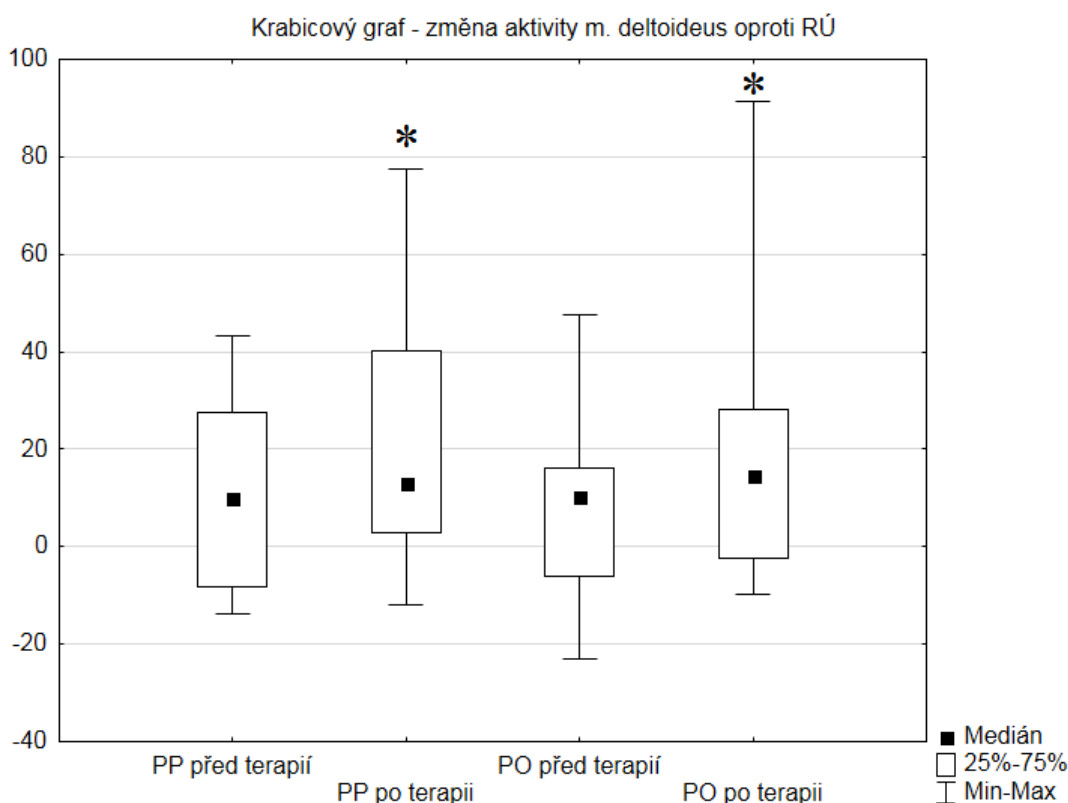


Obrázek 6 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. trapezius srovnávající PP se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům

*Legenda: PP – pohyb s představou, RÚ – prostý pohyb ruky k ústům, aktivita při pohybu ruky k ústům = 0, ** – $p < 0,01$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě, tedy RÚ – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity.*

M. deltoideus vykazuje signifikantní změnu jak při pohybu s observací, tak s představou – vždy v měření po terapii. Před terapií bylo srovnání RÚ-PO nesignifikantní – průměrně se aktivita při pohybu s observací zvýšila o 7,6 %, medián změny byl 10,4 %. Maximálně aktivita narostla o 47,6 % a snížila se o 23,2 %. Po terapii bylo srovnání RÚ-PO signifikantní pro $p = 0,047$. Průměrně aktivita při pohybu s observací vzrostla o 22,5 % s mediánem změny 14,6 %. Maximální nárůst byl 91,4 %, pokles aktivity byl o 9,8 %.

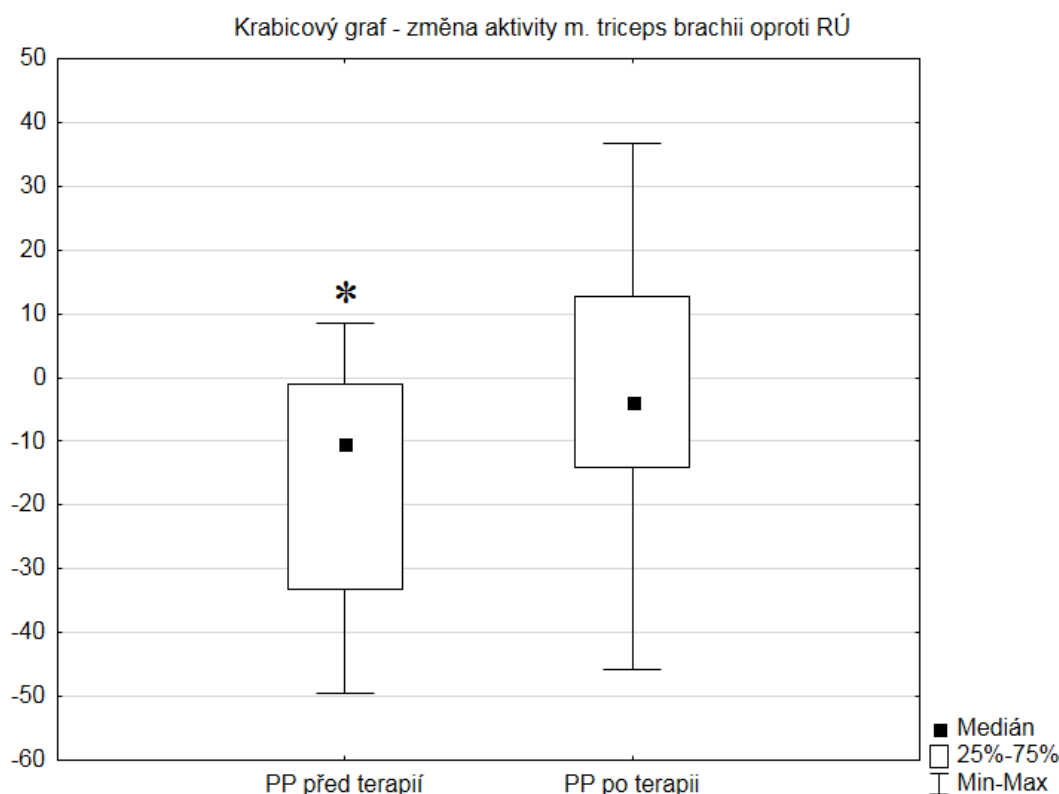
Porovnání RÚ-PP vyšlo nesignifikantně před terapií – průměrná aktivita se zvýšila 11,5 % s mediánem změny 10,1 %. Nejvíce se aktivita při pohybu s představou navýšila o 43,4 % a snížila o 13,9 %. Při měření po terapii vyšla signifikance srovnání RÚ-PP pro $p = 0,028$. Průměrně aktivita při pohybu s představou narostla o 23 %, medián změny byl 13 %. Maximálně se aktivita zvýšila o 77,5 % a snížila o 11,8 %. Změny svalové aktivity při obou činnostech oproti pohybu ruky k ústům jsou znázorněny v krabicovém grafu na obrázku 7.



Obrázek 7 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. deltoideus srovnávající PP a PO se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům

*Legenda: PP – pohyb s představou, PO – pohyb s observací, RÚ – prostý pohyb ruky k ústům, aktivita při pohybu ruky k ústům = 0, * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě, tedy RÚ – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity.*

Při pohybu s představou se v porovnání s pohybem ruka-ústa signifikantně mění svalová aktivita **m. triceps brachii**. Před terapií byla hladina signifikance pro srovnání RÚ-PP $p = 0,037$. Svalová aktivita se v průměru snížila o 17,3 % s mediánem změny 10,3 %. Maximálně aktivita narostla o 8,5 % a klesla o 49,6 %. Po terapii bylo srovnání nesignifikantní. Průměrně se aktivita snížila o 2,1 % s mediánem změny 3,8 %. Maximální nárůst byl 36,7 %, maximální pokles o 45,7 %. Porovnání obou rozdílů je znázorněno v krabicovém grafu na obrázku 8.



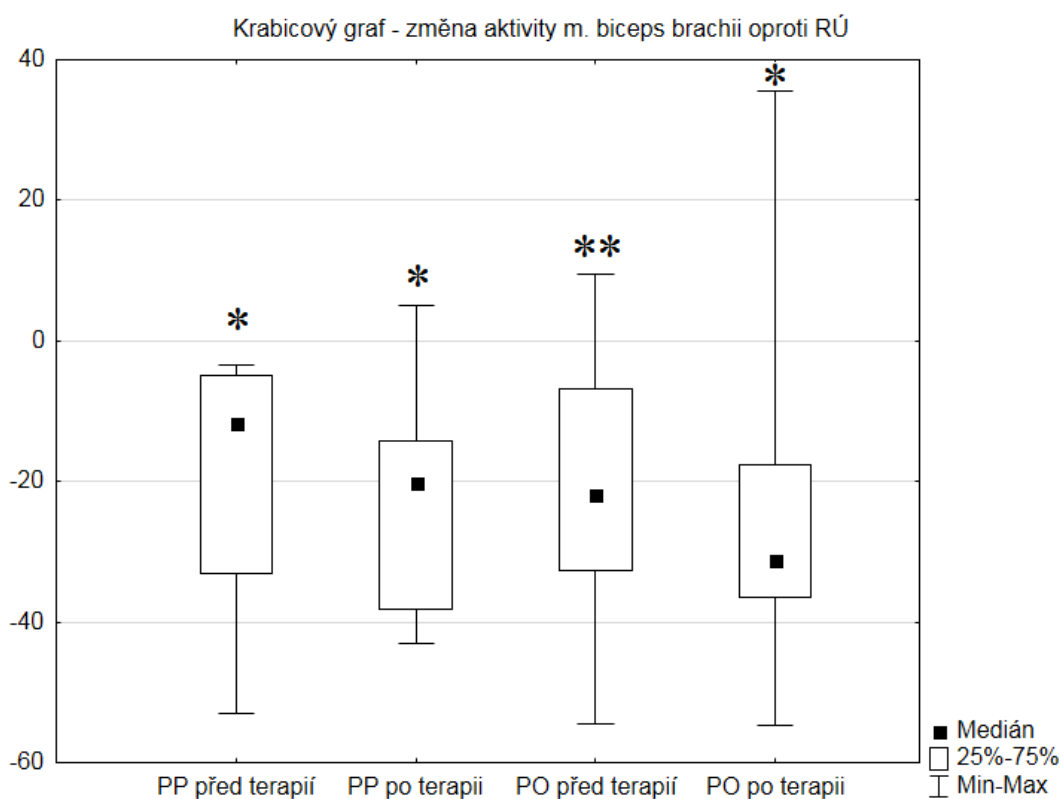
Obrázek 8 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. deltoideus srovnávající PP se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům

*Legenda: PP – pohyb s představou, PO – pohyb s observací, RÚ – prostý pohyb ruky k ústům, aktivita při pohybu ruky k ústům = 0, * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě, tedy RÚ – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity.*

Svalová aktivita **m. biceps brachii** se signifikantně mění oproti prostému pohybu ruky k ústům jak při pohybu s observací, tak při pohybu s představou. Před terapií se svalová aktivita při pohybu s observací snížila oproti RÚ průměrně o 20,8 %, medián změny byl 21,8 %. Maximálně svalová aktivita narostla o 9,5 % a snížila se o 54,5 %. Po terapii se aktivita při pohybu s observací opět snížila, průměrně o 24,4 % s mediánem změny 31,2 %. Maximálně

se aktivita zvýšila o 35,6 % a minimální aktivita se snížila o 54,8 %. Pro měření RÚ-PO vyšla signifikance $p = 0,013$ před terapií, po terapii $p = 0,037$.

Při pohybu s představou se aktivita vůči prostému pohybu ruka-ústa před terapií průměrně snížila o 18,7 %, medián změny byl 11,7 %. Nejvíce svalová aktivita klesla o 52,9 % a nejméně klesla o 3,5 %, k nárůstu aktivity u nikoho nedošlo. Při měření po terapii se aktivita při pohybu s představou průměrně snížila o 21,2 %, medián změny byl 20,2 %. Nejvíce se aktivita zvýšila o 5,1 %, naopak nejvíce se snížila o 43 %. Pro RÚ-PP vyšla před terapií signifikance $p = 0,005$ a po terapii $p = 0,013$. Distribuce změn svalové aktivity při obou činnostech oproti pohybu ruka-ústa jsou znázorněny v krabicovém grafu na obrázku 9.

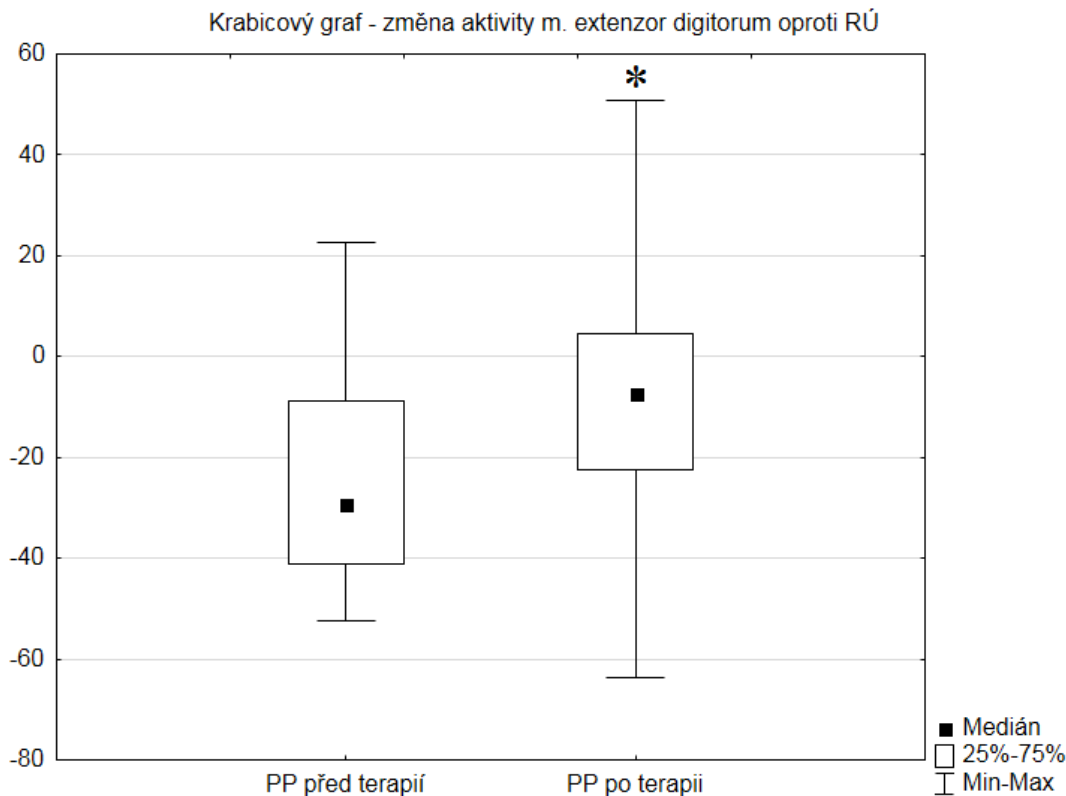


Obrázek 9 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. biceps brachii srovnávající PP a PO se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům

*Legenda: PP – pohyb s představou, PO – pohyb s observací, RÚ – prostý pohyb ruky k ústům, aktivita při pohybu ruky k ústům = 0, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě, tedy RÚ – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity.*

M. extensor digitorum vykazuje signifikantní změnu při pohybu s představou. Před terapií bylo srovnání svalové aktivity RÚ-PP nesignifikantní – průměrně se aktivita snížila o 9,4 %, medián změny byl 7,4 %. Maximálně aktivita narostla o 50,8 % a klesla o 63,7 %.

Po terapii bylo srovnání RÚ-PP signifikantní pro $p = 0,022$. Průměrně aktivita klesla o 23,8 % s mediánem změny 29,2 %. Maximální nárůst byl 22,6 %, maximální pokles o 52,4 %. Kvartilový krabicový graf na obrázku 10 znázorňuje porovnání obou změn.

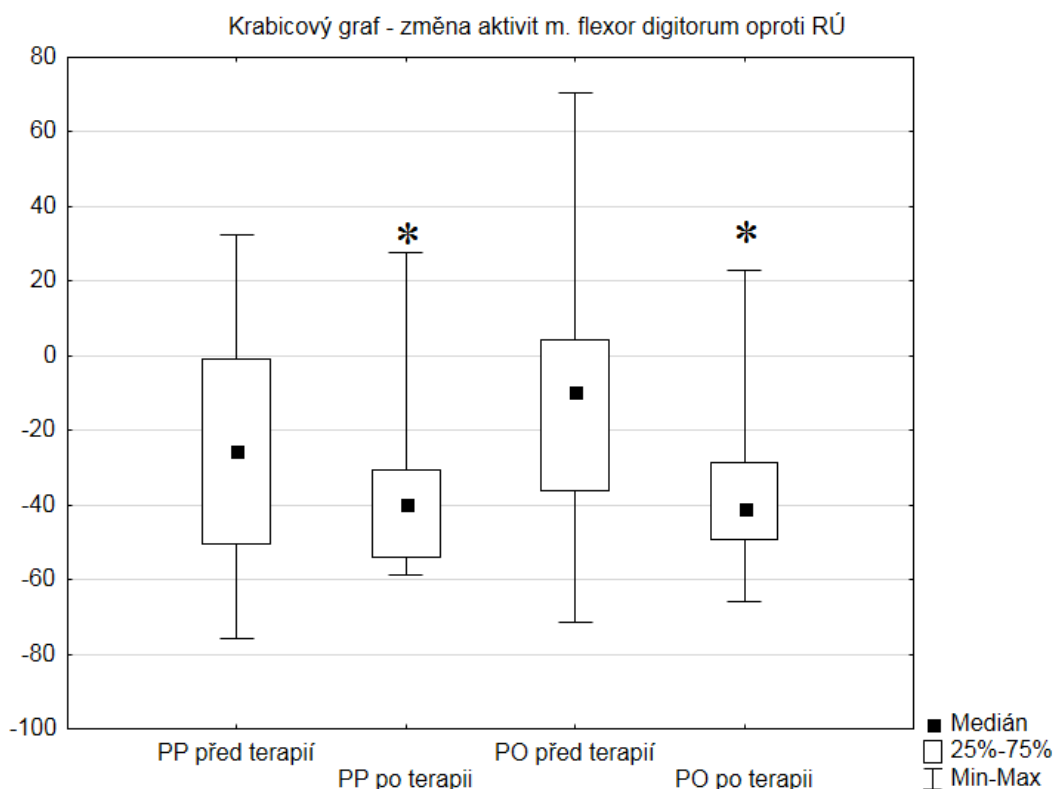


Obrázek 10 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. extenzor digitorum srovnávající PP se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům

*Legenda: PP – pohyb s představou, RÚ – prostý pohyb ruky k ústům, aktivita při pohybu ruky k ústům = 0, * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě, tedy RÚ – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity.*

Svalová aktivita **m. flexor digitorum** se signifikantně mění oproti prostému pohybu ruky k ústům při pohybu s observací i při pohybu s představou, a to vždy při měření po terapii, před terapií se nemění signifikantně. Průměrně aktivita při pohybu s observací klesla oproti pohybu ruka-ústa o 8 %, medián změny byl 9,6 %. Maximálně aktivita narostla o 70,6 % a snížila se o 71,6 %. Po terapii bylo srovnání signifikantní pro $p = 0,013$. Průměrně aktivita při pohybu s observací poklesla o 31,5 % s mediánem změny 40,9 %. Maximální nárůst byl 23 %, snížení aktivity bylo maximálně o 65,7 %.

Svalová aktivita se při pohybu s představou snížila oproti RÚ průměrně o 24,8 %, medián změny byl 25,5 %. Maximálně svalová aktivita narostla o 32,6 % a snížila se o 75,9 %. Po terapii se aktivita při pohybu s observací opět snížila, tentokrát se s významností $p = 0,013$, průměrně o 30,9 % s mediánem změny 39,9 %. Maximálně se aktivita zvýšila o 27,7 % a klesla o 58,7 %. Následující graf na obrázku 11 znázorňuje rozdíl obou pohybů oproti prostému pohybu ruky k ústům.



Obrázek 11 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. flexor digitorum srovnávající PP a PO se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům

*Legenda: PP – pohyb s představou, PO – pohyb s observací, RÚ – prostý pohyb ruky k ústům, aktivita při pohybu ruky k ústům = 0, * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v dané aktivitě oproti normalizační hodnotě, tedy RÚ – záporné hodnoty znamenají snížení aktivity.*

6.4 Výsledky k hypotéze H₄

V hypotéze H₀₄ bylo řešeno, zda se liší časové charakteristiky představovaných pohybů mezi paretickou a neparetickou HK. Představa pohybu byla využita ve dvou měřených situacích – ČP, tedy při představě pohybu uchopení sklenice a napití se při zavřených očích bez pohybu

ruky, a PP, při pohybu ruky k ústům se současnou představou uchopení sklenice a napití se při zavřených očích.

Pro obě činnosti, čistou představu i představu s pohybem, platí, že pro změnu času mezi paretickou a zdravou končetinou je $p < 0,05$ a nulovou hypotézu H_{04} ve znění: *neexistuje rozdíl před a po Action observation terapii v rozdílu délky času provedení čisté představy nebo představy s pohybem mezi paretickou a neparetickou horní končetinou*, zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní H_{A4} ve znění: *existuje rozdíl před a po Action observation terapii v rozdílu délky času provedení čisté představy nebo představy s pohybem mezi paretickou a neparetickou horní končetinou*.

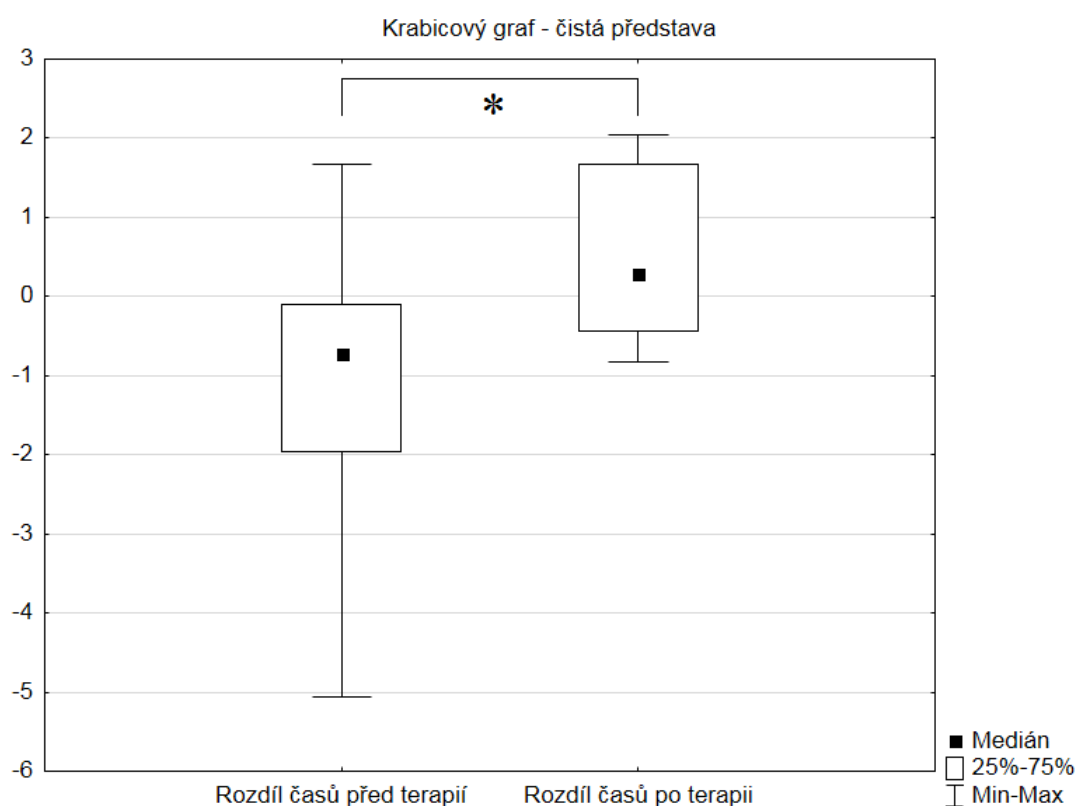
Tabulka 2 Rozdíl časů mezi paretickou a zdravou HK při pohybech s představou

Proband	ČP rozdíl 1M	ČP rozdíl 2M	PP rozdíl 1M	PP rozdíl 2M
1	1,68	1,67	-0,06	-0,68
2	-0,50	-0,43	-0,41	2,19
3	-0,82	1,71	1,74	3,18
4	-1,61	-0,55	-1,19	-1,13
5	-3,56	-0,83	2,21	0,56
6	-1,95	0,39	-1,20	3,41
7	-0,62	1,18	-0,36	0,45
8	1,41	2,05	-1,85	1,06
9	-5,07	0,20	0,82	4,07
10	-0,10	-0,39	-0,31	0,81
Průměr	-1,12	0,50	-0,06	1,39
Medián	-0,72	0,30	-0,33	0,93
Maximum	1,68	2,05	2,21	4,07
Minimum	-5,07	-0,83	-1,85	-1,13

Legenda: ČP – čistá představa, PP – pohyb s představou, 1M – první měření, 2M – druhé měření; minusové hodnoty znamenají, že čas pohybu paretickou HK byl kratší než čas pohybu zdravou HK.

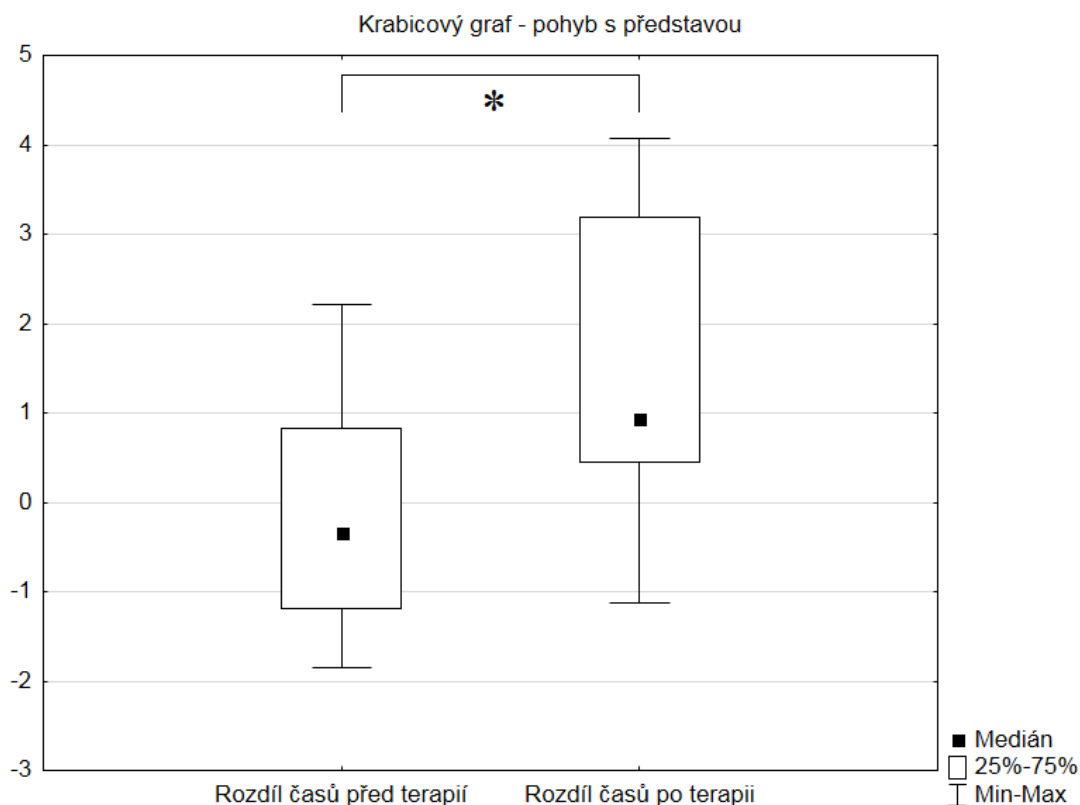
Jak je vidět v tabulce 2, při prvním měření byl čas potřebný pro čistou představu pohybu paretickou končetinou průměrně kratší o 1,12 s, medián změny času byl 0,72 s (ve smyslu zrychlení pohybu), nejvíce se čas zkrátil o 5,07 s a naopak nejvíce narostl o 1,68 s. Při druhém měření časy potřebné pro MI paretickou končetinou naopak průměrně narostli o 0,5 s, medián změny času byl 0,3 s (ve smyslu zpomalení pohybu), nejvíce se čas prodloužil o 2,05 s a nejvíce se zkrátil o 0,83 s. Změna času mezi paretickou a zdravou končetinou před terapií a po terapii byla porovnána Studentovým t-testem a vyšlo signifikantní $p = 0,015$.

Pro pohyb s představou byl průměrný čas paretickou HK o 0,06 s kratší než zdravou HK, medián změny času byl 0,33 s (ve smyslu zrychlení pohybu). Nejvíce se čas prodloužil o 2,21 s a naopak zkrátil se nejvíce o 1,85 s. Ve druhém měření byl průměrný čas pohybu s představou delší o 1,39 s, medián změny času byl 0,93 s (ve smyslu zpomalení pohybu). Největší zrychlení pohybu oproti zdravé HK bylo o 1,13 s, největší zpomalení pohybu bylo o 4,07 s. Změna času mezi paretickou a zdravou končetinou před terapií a po terapii byla porovnána Studentovým t-testem a vyšlo signifikantní $p = 0,04$. Oba krabicové grafy znázorňují distribuci změny času mezi paretickou a neparetickou horní končetinou při prvním a druhém měření při čisté představě (obrázek 12) a při pohybu s představou (obrázek 13).



Obrázek 12 Kvartilový krabicový graf pro změnu času čisté představy mezi paretickou a neparetickou HK

*Legenda: * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v celkovém čase čisté představy mezi paretickou a neparetickou horní končetinou.*



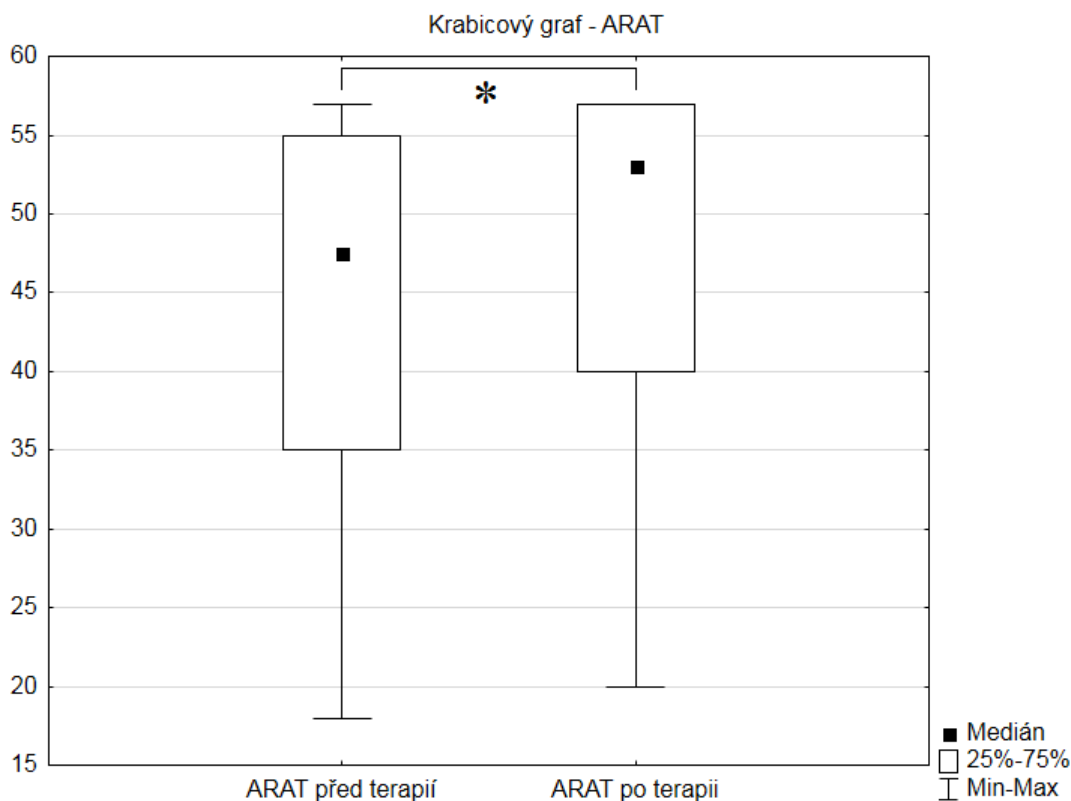
Obrázek 13 Krabicový graf pro změnu času pohybu s představou mezi paretickou a neparetickou HK

*Legenda: * – $p < 0,05$. Graf uvádí pouze rozdíly v celkovém čase čisté představy mezi paretickou a neparetickou horní končetinou.*

6.5 Výsledky k hypotéze H_5

K ověření hypotézy H_{05} ve znění: *neexistuje rozdíl ve funkčním hodnocení paretické horní končetiny pomocí ARAT testu před a po Action observation terapii*, byly testovány výsledky hodnocení pomocí ARAT testu před a po terapii. Protože se data neukázala jako normálově rozložená, byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test s výsledkem $p = 0,012$. Funkční hodnocení ruky se tedy signifikantně zlepšilo na hladině významnosti $p < 0,05$. Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní H_{05} ve znění: *existuje rozdíl ve funkčním hodnocení paretické horní končetiny pomocí ARAT testu před a po Action observation terapii*.

Kvartilový krabicový graf (obrázek 14) zobrazuje distribuci jednotlivých hodnot ARAT testu před terapií a po terapii. Medián před terapií je 47,5, po terapii 53. Minimum bylo před terapií 18, po terapii 20, maximum bylo v obou případech shodně 57.

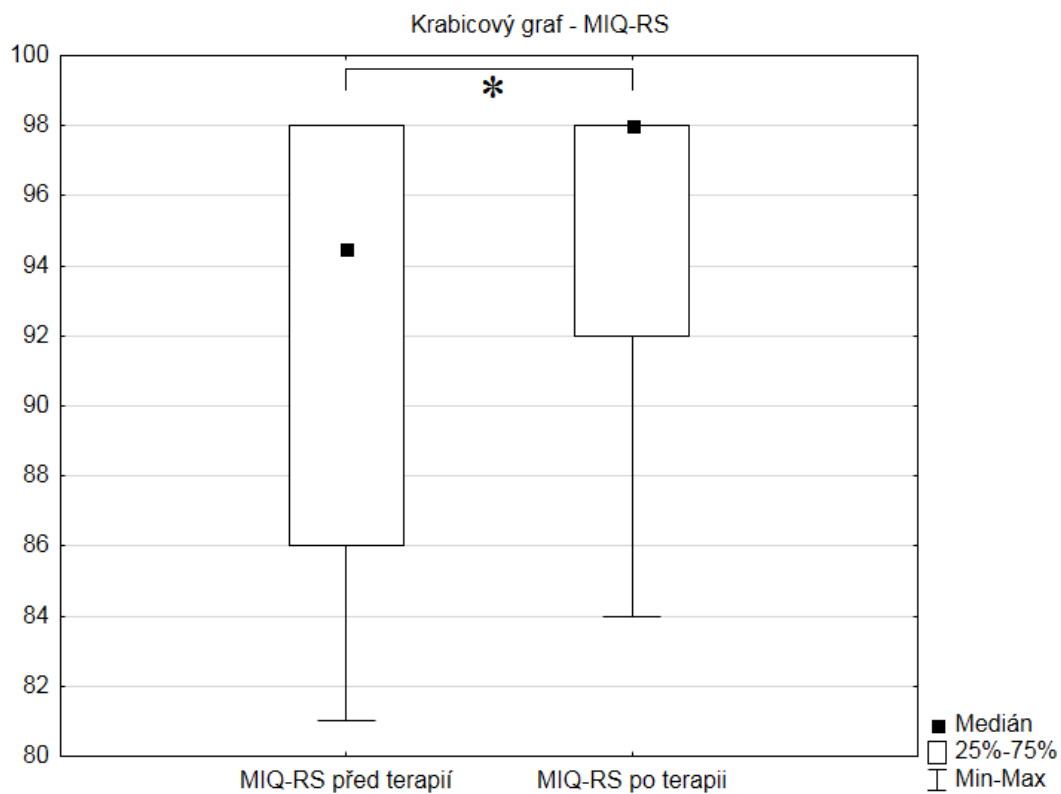


Obrázek 14 Krabicový graf pro výsledky ARAT testu před a po AO terapii

*Legenda: ARAT – Action Research Arm Test, * – $p < 0,05$.*

6.6 Výsledky k hypotéze H_6

Schopnost motor imagery byla hodnocena dotazníkem MIQ-RS. Výsledky tohoto dotazníku byly použity pro ověření hypotézy H_{05} ve znění: *neexistuje rozdíl ve schopnosti motor imagery hodnocené pomocí MIQ-RS dotazníku před a po Action observation terapii*. Výsledky nevykazovaly normálové rozdělení, pro následnou analýzu byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test. Výsledné $p = 0,018$ znamená signifikantní zlepšení schopnosti MI na hladině $p < 0,05$. Zamítáme tedy nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu H_{A6} ve znění: *existuje rozdíl ve schopnosti motor imagery hodnocené pomocí MIQ-RS dotazníku před a po Action observation terapii*. Následující kvartilový krabicový graf (obrázek 15) znázorňuje hodnoty MIQ-RS před a po AO terapii.



Obrázek 15 Krabicový graf pro výsledky MIQ-RS před a po AO terapii

*Legenda: ARAT – Action Research Arm Test, * – $p < 0,05$.*

Medián hodnot před AO terapií byl 94,5, po terapii se zvýšil na 98, tedy maximální možné skóre dotazníku MIQ-RS. Minimum se změnilo z 81 na 84, maximum zůstalo na maximálních 98. Modus před i po terapii byl 98, změnila se však jeho četnost – před terapií se vyskytoval u 3 probandů, po terapii u 6 probandů.

7 Diskuze

Jedním z nejdůležitějších cílů pohybové rehabilitace je navrácení volní kontroly pohybu. Funkční motorická obnova, například po CMP, je závislá především na intenzitě terapie (Kwakkel et al., 1999, s. 194) a aktivním opakování pohybu (Feys et al., 1998, s. 789, 780). Až 80 % pacientů po iktu udává problémy s funkcí horní končetiny (Adey-Wakeling, Crotty, 2013, s. 629). Rozvoj trvalého impairmentu udávají různé studie v různém poměru od 30 % až po 75 % (Delden et al., 2009, s. 2), zatímco plné obnovy funkce a obratnosti dosáhne pouze od 5 % do 30 % pacientů (Kwakkel et al., 2003, s. 2181). Obnova funkce horní končetiny je přitom klíčová pro provádění ADL (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1941).

Fyzioterapie ruky se tak stává rehabilitační výzvou. Funkční obnova pohybů horní končetiny zahrnuje uchopování, držení a manipulaci s objekty. Všechny tyto pohyby potřebují správné zapojení a komplexní integraci svalové aktivity od ramenního kloubu až po klouby prstů ruky. V současné době existuje mnoho různých přístupů (Feys et al., 1998, s. 785).

Hemiparetická horní končetina se vyskytuje u mnoha pacientů po CMP a obnova funkce bývá často nedostatečná. Proto se stále zkoumá přidání dalších specifických rehabilitačních intervencí do již zaběhnutých léčebných programů, a to především do časně fáze po atace. Jednou z takových intervencí může být Action observation terapie nebo mentální trénink.

7.1 Action observation terapie, mentální trénink

Několik různých studií se snažilo porovnávat facilitační efekt jak observace pohybu, tak motor imagery a autoři se pokusili stanovit, která z technik je více efektivní (Wright, Williams, Holmes, 2014, s. 2). U jednoduchých pohybů ruky se prokázal rozdíl mezi klidovou svalovou aktivitou a zvýšenou aktivitou při observaci nebo představě. Mezi AO a MI však nebyl rozpoznán výrazný rozdíl (Clark, Tremblay, Ste-Marie, 2003, s. 110,111), pravděpodobně tedy facilitují motorický systém stejnou mírou.

Vzhledem k tomu, že v izolované podobě obě techniky aktivují motorický systém, dá se předpokládat, že jejich kombinací se aktivace ještě znásobí. Toto bylo prokázáno v mnoha různých studiích, které se shodují, že souběžná observace a představa pohybu, oproti prosté observaci, vyvolá vyšší aktivaci v několika oblastech mozku (Macuga, Frey, 2012, s. 2806; Nedelko et al., 2012, s. 4, 6; Vogt et al., 2013, s. 2–3; Villiger et al., 2013, s. 7–9).

Dle Wrighta a kolegů (Wright, Williams, Holmes, 2014, s. 2) je nevýhodou studií sledujících facilitaci kombinované AO+MI randomizované pořadí testovaných situací. Ačkoli je většinou randomizace měření žádoucí, u AO+MI může být spíše problematická. Instrukce, které proband před měřením obdrží, jsou totiž jediným rozdílem mezi testováním AO a AO+MI (např.: „Sledujte pohyb,“ a „představujte si, že provádíte sledovaný pohyb“). Pokud se situace provádí v randomizovaném pořadí, není možné zajistit, že instrukce k jedné aktivitě neovlivní i aktivitu následující. Je tedy otázkou, jestli jsou probandi schopni prosté observace pohybu poté, co byli už jednou požádáni o observaci se současnou představou.

Roosink a Zijdewind (2010, s. 36–38) porovnávali kortikospinální aktivaci v závislosti na instrukcích, které observaci nebo představu pohybu provázely. Prostá pasivní observace videa, které zaznamenávalo pohyb ruky, v jejich studii vždy předcházela aktivní observaci, kdy pacienti sledovali video s cílem imitovat pohyb ruky. Následovala představa pohybu z perspektivy třetí osoby a poté z perspektivy první osoby. Z jejich výsledků bylo patrné, že aktivní observace moduluje kortikospinální aktivitu ve větší míře než pasivní observace a než představa pohybu z obou perspektiv.

Výsledky jednotlivých studií se mimo jiné mohou rozcházet proto, že AO i MI fungují jiným způsobem u jednoduchých pohybů a jiným způsobem u komplexních pohybů (Wright, Williams, Holmes, 2014, s. 2).

Pro účely této práce byly do Action observation terapie vybrány aktivity simulující ADL. U těchto pohybů předpokládáme, že je před rozvojem CMP byli všichni probandi schopni provádět bez problémů a mají tedy vytvořenou jejich motorickou stopu (Warraich, Jeffrey, Kleim, 2010, s. 211). Proto pomocí této terapie nejde o naučení pohybu nového, ale pouze obnovu pohybu již dříve naučeného (Kleim, 2011, s. 523; Lee et al., 2013, s. 611; Mulder, 2007, s. 1271, Porro et al., 2007, s. 3120).

U pacientů v chronické fázi CMP observace pohybu podporuje neuroplasticitu při motorickém nácviku. Tento efekt je zvýrazněn, pokud se sledované pohyby shodují s následným fyzickým tréninkem. Tento způsob tréninku podporuje formování motorické paměti více, než samotný fyzický nácvik pohybu (Celnik et al., 2008, s. 1817, 1818). Action observation terapie stimuluje a podporuje efekt intenzivní rehabilitace i v subakutní fázi CMP (Sale, Ceravolo, Franceschini, 2014, s. 5).

Jako strategie pro nácvik obnovy komplexního pohybu je AO výhodnější než představa pohybu, především v počáteční fázi motorického učení (Gatti et al., 2013, s. 40). Vzhledem

k faktu, že mirror neuron systém se více aktivuje při observaci pohybu, se kterým má daný jedinec reálnou zkušenost, trénink každodenních aktivit pomocí AO v kombinaci s provedením pohybu se jeví jako ideální (Sale, Ceravolo, Franceschini, 2014, s. 2). Observace navíc pomáhá pacientům už jenom tím, že ADL na videu jsou prováděny ekonomicky a dochází tak k optimalizaci svalové aktivity pozorovatele (Gatti et al., 2013, s. 41). Systematický trénink, který se skládá z observace a následné imitace aktivit z každodenního života, má své právoplatné místo v rehabilitaci chronických pacientů po CMP (Franceschini et al., 2010, s. 521, Gatti et al., 2013, s. 41).

Action observation terapii i mentální trénink lze využívat k rehabilitaci nejen horní končetiny, ale i dolní končetiny a chůze. Meta-analýza z roku 2013 ukázala, že action observation terapie dosahuje významných výsledků pro celkové funkční zlepšení pacientů po CMP. Trénink je efektivnější pro zlepšení funkce horní končetiny než pro dolní končetiny (Kang, Eom, Lee, 2013, s. 17).

7.2 Aktivace svalů při AO, MI

Množství různých pokusů demonstruje, že kortikospinální aktivita je ovlivněna observací a představou pohybu. Tento vliv je specificky svázaný s konkrétním pohybem a ovlivňuje efekty v něm zahrnuté (Fadiga et al., 1998, s. 155). Observace pohybu vyvolá automatický nábor neuronů, které by se aktivovaly při provedení tohoto pohybu. TMS odhaluje, že tato automatická facilitace je transformována na svalovou aktivitu, kterou lze snímat pomocí EMG. Vzorec svalové aktivace je velice podobný vzorci svalového zapojení při reálném provedení stejného pohybu (Fadiga et al., 1995, s. 2609, 2610). Mentální trénink aktivuje α -motoneurony. V případě, že dokážou α -motoneurony vyvolat mimovolní dostatečně silnou kontrakci, je celá reakce doprovázená i aferencí ze svalových větének (Gandevia et al., 1997, s. 264).

Z definice motor imagery ovšem vyplývá, že nesmí docházet k provedení pohybu, tedy nemělo by docházet k významné aktivaci svalů. V mnoha studiích se proto EMG měření používá jako kontrola potlačení kontrakce a rozlišení mezi provedením pohybu a představou pohybu. Trénink pomocí představy pohybu je však u pacientů po CMP spojen se zvýšenou aktivitou svalů, které jsou zahrnuty v představovaném pohybu, oproti jejich klidové aktivitě (Lotze, Halsband, 2006, s. 348).

K tomu, aby mohla být určena podprahová aktivita motorických drah zahrnutých v AO a MI a aby mohlo být ověřeno, zda opravdu dochází k odpovídající aktivaci motorických

struktur, je třeba dále zkoumat celý motorický systém. Dostupné prostředky se bohužel nejeví jako dostačující. Například standardní EMG měření nemusí zaznamenat aktivitu hluboko uložených svalových vláken, a proto zůstává opravdová aktivita neznámá (Jeannerod, Frak, 1999, s. 738).

Existují studie, které jasně prokazují zvýšení svalové síly po absolvování motor imagery tréninku, ale při měření se na EMG neprojevovalo zvýšení svalové aktivity (Yue and Cole, 1992, s. 1114; Mulder, 2004, s. 215). Podle těchto výsledků svalová aktivita pravděpodobně není ovlivněna na periferní úrovni, ale pouze centrálními mechanismy (Mulder, 2007, s. 1271). Tyto studie však probíhaly na zdravých probandech.

7.2.1 Hypotéza H₁

V hypotéze H₁ byl zkoumán rozdíl aktivace svalů na paretické HK a neparetické HK při observaci nebo představě pohybu. Předpokladem pro toto porovnání bylo, že neparetická končetina bude nedotčená jak motorickým postižením, tak postižením v oblasti schopnosti generace představy pohybu. Omezení generace motor imagery by se mělo odrážet pouze v postižené části těla (Malouin, 2008, s. 318; Sirigu et al., 1995, s. 1000; Sirigu et al., 1996, s. 1565). Pro tuto hypotézu vyšly signifikantní výsledky pouze pro čistou představu pohybu pro svaly m. trapezius a m. flexor digitorum.

Pro m. trapezius byly normalizované hodnoty na paretické končetině nižší než na neparetické končetině (viz Obrázek 1, str. 39). Rozdíl mezi aktivitou obou končetin byl výraznější při prvním měření před terapií, po terapii se aktivita paretické končetiny přiblížila aktivitě neparetické. Zvýšená aktivita m. trapezius je popsána v různých situacích, které přitom z biomechanického hlediska jeho aktivitu nevyžadují. Příčina této aktivity tkví pravděpodobně v psychologických faktorech – svalová aktivita se zvyšuje, pokud úkol, který jedinec provádí, je náročný (popřípadě vede k frustraci). Závisí také na míře motivovanosti k danému úkolu (Kumar, Mital, 1996, s. 252, 253). Trapéz se tedy mohl aktivovat v důsledku zvýšené pozornosti na promítané video a usilovnou snahou představovat si danou činnost.

Vzhledem k tomu, že probandům nebyl umožněn relaxovaný sed, ale vzpřímený sed bez opory zad, m. trapezius stabilizuje držení ramene a humeru proti gravitaci (Travell, Simons, 1998, s. 285). Dalším důvodem pro zvýšení jeho aktivity tedy může být právě samotné postavení jednotlivých segmentů. Svou aktivitu pak musí nutně zvyšovat pro zaujetí atitudy pro provedení pohybu. Toto zaujetí atitudy předchází pohybu samotnému (Véle, 2006, s. 56), můžeme tedy usuzovat, že k zapojení svalů dochází již při přemýšlení o daném pohybu, ať už jej

provedeme, nebo si to pouze představíme. Zaujetí atitudy tedy může zvyšovat jeho aktivitu tak, aby bylo možné odlepit paži od stolu. Travellová se své knize (Travell, Simons, 1998, s. 286) uvádí studie A. J. Lundervolda z 50. let 20. století, které se zaměřují na EMG signál při psaní na klávesnici. Výsledky studie dochází k závěru, že je trapéz zvýšeně aktivní při sedu bez opory zad. K dalšímu velmi výraznému zvýšení aktivity potom docházelo už při pouhém jednoduchém úderu do jedné klávesy.

U m. flexor digitorum vyšlo signifikantně porovnání obou HKK před terapií, po terapii již rozdíl nebyl signifikantní (viz Obrázek 2, str. 40). To by naznačovalo, že po terapii se aktivita paretické HK výrazně přiblížila aktivitě neparetické končetiny. Před terapií byl průměrný rozdíl v aktivitě 133,04 %, zatímco po terapii byl průměrný rozdíl 27,46 %, stejně tak se snížil i medián z 65,2 % před terapií na 18,08 % po terapii.

Gandevia a kolegové (1997, s. 260, 262, 265) měřili EMG aktivitu na extenzorech a flexorech zápěstí při představě pohybu jak jednoduchých pohybů (flexe, extenze zápěstí), tak složitých úkolů (psaní, navlékání jehly). Během představy pohybu se vždy zvýšila signifikantně aktivita agonistického svalu pro představovaný pohyb v porovnání s jeho klidovou aktivitou svalu, zatímco svalová aktivita antagonisty nevykazovala signifikantní změny.

V této práci byli při čisté představě probandi instruováni představovat si nejenom samotný pohyb končetinou, ale i držení sklenice a pití ze sklenice. Protože všichni probandi měli motorické deficity akrálně, je možné, že se více soustředili na samotné držení sklenice, než provedení pohybu jako takového. V tom případě by se měla projektovat představa nejvýrazněji do aktivity agonistického svalu. Během úkolů, kdy je potřeba kontrolovat úchop, se aktivuje m. flexor digitorum (Ye at al., 2014, s. 2).

Po terapii došlo u probandů k signifikantnímu zlepšení ve funkčním vyšetření horní končetiny. Ve druhém měření se pacienti pravděpodobně nemuseli soustředit tak usilovně na samotný úchop sklenice, ale představovali si komplexně celý pohyb. Aktivita m. flexor digitorum se tedy snížila oproti měření před terapií.

Celkově byla svalová aktivita při čisté představě a čisté observaci nižší na paretické horní končetině, pro všechny svaly (viz Příloha 9). Zdá se tedy, že observace a představa facilituje více svalovou aktivitu nepostižené strany.

7.2.2 Hypotéza H₂ a H₃

Ve druhé a třetí hypotéze H₂, H₃ byla zjišťována míra aktivity paretické končetiny v testovaných situacích oproti normalizační aktivitě. Pro čistou představu a čistou observaci byla zvolena jako normalizační aktivita prostý klid ve výchozí poloze (H₂), pro pohyb s představou a pohyb s observací byl pro normalizaci dat zvolen prostý pohyb ruky k ústům (H₃).

Pro H₂ vyšly významné výsledky pro m. triceps brachii v čisté observaci i představě, pro m. deltoideus a m. biceps brachii v čisté představě. Podle kvartilových krabicových grafů na obrázcích 3–5 (str. 41, 42, 43) je vidět, že po Action observation terapii je celkový rozptyl hodnot u měřených svalů výrazně nižší než při měření před terapií.

Pro efektivní motor imagery trénink je pravděpodobně nutné, aby již byla vytvořena kortikálně představa daného pohybu (Mulder, 2007, s. 1271). Jowdy a Harris (1990, s. 198) měřili EMG aktivitu u představy žonglování. Výsledkem byla signifikantně zvýšená svalová aktivita oproti klidové hodnotě. Demonstrovali také rozdíl ve svalové aktivitě u těch, kteří se žonglováním již měli zkušenosti, a u úplných nováčků. Svalová aktivita se zvyšovala spolu s množstvím zkušeností a zručnosti v žonglování. Mirror neuron systém, ať už při observaci nebo představě pohybu, facilite pohyby, ke kterému již má vytvořenou paměťovou stopu, a aktivuje odpovídající svaly (Sale, Ceravolo, Franceschini, 2014, s. 2; Sakamoto et al., 2012, s. 1).

Po AO terapii v této práci se při představě pohybu medián svalové aktivity oproti klidu zvýšil před i po terapii. Protože během terapie pacienti trénovali mimo jiné i měřenou aktivitu, po terapii se medián aktivity zvýšil o něco více.

Pro H₃, kde byla observace a představa spojená s reálným vykonáváním pohybu, se objevily signifikantní výsledky u každého svalu vždy alespoň pro jednu aktivitu. Z kvartilových grafů na Obrázcích 6–11 (str. 44, 45, 46, 47, 48, 49) lze odečíst, že u m. trapezius, m. deltoideus, m. triceps brachii a m. extensor digitorum došlo ve všech situacích po terapii ke zvýšení hodnoty mediánu. U m. biceps brachii a m. flexor digitorum došlo naopak ke snížení hodnoty mediánu. Oproti předchozí hypotéze, v tomto případě docházelo po terapii k většímu rozptylu hodnot.

M. biceps brachii a m. flexor digitorum jsou svaly s predispozicí ke spastickému držení horní končetiny po CMP (Ambler et al., 2008, s. 107; Royal College of Physicians, 2009, s. 18). Spasticita vedoucí k disabilitě se častěji vyskytuje právě na horní končetině (Brashear, Elovic,

2011, s. 6). Podle výsledků lze uvažovat, že AO terapie měla vliv na kvalitu celkové koordinace svalů při pohybu s observací nebo s představou. AO terapie tak pravděpodobně snížila aktivitu těchto dvou svalů a zvýšila aktivitu jejich antagonistů – m. triceps brachii a m. extensor digitorum.

Ačkoli podle výsledků MAS (viz Příloha 10) nedošlo k významným změnám v hodnocení spasticity, nelze předchozí závěry zcela zavrhnout. Různé studie poukazují, že měření pomocí MAS se jeví jako nedostačující (Albani et al., 2010, s. 103). Pandyan et al. (2002, s. 654) zjistili, že ačkoli došlo k funkčnímu zlepšení ve flexorech lokte podle ARAT testu a snížení spasticity na EMG, hodnocení MAS nevykazovalo žádné změny.

7.3 Časová kongruence pohybu při MI

Kromě podobnosti MI s reálným provedením pohybu v aktivaci kortikálních oblastí můžeme najít podobnosti i v dalších vlastnostech pohybu. Například v čase potřebném pro provedení aktivity nebo rychlosti pohybu (Decety, Jeannerod, Prablanc, 1988, s. 41). Čas potřebný pro představu pohybu poskytuje doplňující informace o schopnosti MI. Čím podobnější je čas pro reálné provedení pohybu a čas pro představu pohybu, tím je probandova schopnost MI přesnější (Malouin et al., 2008, s. 312).

Po cerebrovaskulární atace může být schopnost motor imagery jako taková zachována, ale se mohou objevovat její různé alterace. Schopnost MI je pak většinou postižena pouze ve vztahu k pacientovu impairmentu – vážně představa pohybu týkajícího se postiženého tělesného segmentu, ale je zachována pro segmenty bez postižení (Sirigu et al., 1995, s. 1000; Sirigu et al., 1996, s. 1565). Protože v experimentu v této práci nebylo možné měřit reálné provedení pohybu napítí se ze sklenice (nedostatečná funkční kapacita HK), byla představa porovnána mezi postiženým a zdravým segmentem.

7.3.1 Hypotéza H₄

Ve čtvrté hypotéze H₄ byl zkoumán rozdíl délky trvání čisté představy a představy s pohybem. V obou případech byla porovnána doba provedení pohybu v představě paretickou HK s dobou provedení pohybu v představě neparetickou HK, výsledky jsou v tabulce 2 (str. 50) a na obrázcích 12, 13 (str. 51, 52).

Podle výsledků studie Malouina et al. (2008, s. 318) lze u pacientů po CMP očekávat různé rozdíly v čase potřebném pro MI u zdravé HK a pro MI u afektované HK. Tyto časové

nesoulady mohou být jak ve smyslu zpomalení pohybu při představě, tak ve smyslu zrychlení pohybu při představě (Sirigu et al., 1996, s. 1565; Johnson, 2000, s. 731).

V této práci se objevovaly oba fenomény. Při čisté představě před zahájením terapie docházelo u čisté představy k rychlejšímu provedení představy pohybu na paretické horní končetině oproti neparetické. Po terapii se tyto hodnoty vyrovnaly – medián rozdílu byl 0,3 s. Výsledek nasvědčuje, že AO terapie tedy zpřesňuje schopnost představy pohybu – čas představy pohybu paretickou končetinou se přibližuje k představě pohybu zdravou končetinou.

Při pohybu s představou tomu bylo naopak. Při měření před terapií byly rozdíly mezi oběma HKK zanedbatelné, zatímco po terapii se rozdíl prohloubil. V tomto případě byl pohyb s představou na paretické HK pomalejší oproti neparetické. Za výsledkem může stát zlepšení představy, a tedy i pohybu s představou neparetické končetiny. Protože neparetická HK nebyla limitována žádným motorickým deficitem, mohlo dojít ke zrychlení celého pohybu. U paretické končetiny mohlo taktéž dojít ke zlepšení představy (jak vyplývá z výsledku porovnání časů při čisté představě), nicméně přetrvávající motorický deficit mohl být natolik omezující, že daný pohyb rychleji provést nešlo.

7.4 Klinické hodnocení

Klinicky byla hodnocena funkční kapacita horní končetiny pomocí ARAT testu. Zároveň byla hodnocena i schopnost představy pohybu dotazníkem MIQ-RS.

Vzhledem k tomu, že všichni pacienti souběžně s Action observation terapií podstoupili i standardní fyzioterapii v rámci pobytu na lůžkovém oddělení Rehabilitační kliniky FN Olomouc, není možné generalizovat závěry funkčních klinických vyšetření, ARAT a MAS, pouze na tuto terapii.

7.4.1 Hypotéza H₅

V této hypotéze bylo zjišťováno funkční zlepšení horní končetiny pomocí ARAT testu. Testovaná byla jenom paretická končetina. Podle výsledků vyšlo signifikantní zlepšení – medián dosaženého skóre před terapií byl 47,5 a po terapii 53 (viz Obrázek 14, str. 53).

Podobných výsledků bylo dosaženo v práci Page a kolegů (2007, s. 1295, 1296). Porovnávali hodnocení pomocí ARAT a Fugl-Meyerovy škály u dvou skupin pacientů po CMP. První skupina absolvovala běžnou rehabilitaci doplněnou o mentální trénink ADL, druhá

skupina absolvovala běžnou rehabilitaci doplněnou o relaxaci. Skupina absolvující mentální trénink se v ARAT skóre zlepšila o 7,81 bodů, zatímco druhá skupina pouze o 0,44 bodu.

Dettmers et al. (2014, s. 4) vytvořili sadu videí pro domácí terapii. Funkční zlepšení po 6 týdenní terapii, vždy hodinu denně, se projevilo nejenom v klinickém funkčním hodnocení, ale i v ADL a dotazníku kvality života.

Oproti výsledkům této práce, mentální trénink doplněný o observaci pohybu v subakutní fázi CMP neprokázal zlepšení ani ve funkčním hodnocení ARAT, ani ve schopnosti motor imagery (Ietswaart et al., 2011, s. 1382). Terapie v této studii sice probíhala po 4 týdny, frekvence však byla jedna terapie za 2 dny. Na terapii i hodnocení se střídalo několik různých terapeutů, je tedy možné, že docházelo ke značným rozdílům v provedení.

7.4.2 Hypotéza H₆

V poslední hypotéze jsme se zabývali zlepšením schopnosti motor imagery. Hodnocení proběhlo pomocí MIQ-RS dotazníku, který byl hodnocen před začátkem a po skončení terapie. V tomto případě se probandi signifikantně zlepšili ve schopnosti představy pohybu natolik, že jich více než polovina po skončení terapie dosáhla maximálního možného výsledku (viz Obrázek 15, str. 54). V různých studiích bylo demonstrováno, že v časné fázi motor imagery tréninku mohou mít probandi potíže s představou pohybu. Postupně s tréninkem se však zlepšují i v samotné schopnosti motor imagery (Guillot, Collet, 2010, s. 109).

Malouin et al. (2007a, s. 9, 10) se snažili určit, zda u pacientů po iktu je změněná schopnost představy pohybu, konkrétně její živosti. Jejich experiment se sice zabýval hodnocením pomocí KVIQ dotazníku, nicméně došli k závěru, že stejně jako v běžné populaci se i u pacientů po iktu vyskytují lidé, kteří mají zhoršené schopnosti představy pohybu a lidé, kteří s představou pohybu nemají zásadní problém. Výsledky víceméně korelují s výsledky odpovídající věkové skupiny zdravých lidí. Skóre dosažené v dotazníku se lišilo ve srovnání představy pohybu paretickou a neparetickou končetinou, kdy paretickou probandi dosahovali vyšších hodnot.

Zajímavé je, že probandi v této práci dosahovali celkově relativně vysokých hodnot již před začátkem terapie (3 měli maximální počet, nejnižší dosažené skóre před terapií bylo 81). Je samozřejmě možné, že se nám podařilo do studie zařadit pouze ty probandy, kteří byli v motor imagery opravdu schopní. Na druhou stranu se jedná o subjektivní hodnocení schopnosti, která nelze navenek nijak ověřit. Je možné, že při vyšetření došlo ke skrytému

použití jiných strategií, a celkově tedy mohlo dojít ke zkreslení získaných výsledků (Malouin et al., 2007a, s. 2, Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1943).

Ačkoli korelace výsledků MIQ-RS dotazníku a ARAT testu nevyšla jako signifikantní, z výsledků jak těchto dvou testů, tak časového souladu vyplývá, že se po AO terapii představa pohybu zpřesňuje. Nejlépe je toto zpřesnění vidět právě na časovém hodnocení (viz kapitola 7.3), kdy po terapii byly rozdíly mezi časem potřebným pro představu napítí se ze sklenice zdravou končetinou a pro představu napítí se ze sklenice paretickou končetinou minimální. Toto časové zpřesnění představy signifikantně koreluje s funkčním zlepšením horní končetiny (viz Příloha 11). Domníváme se tedy, že spolu se zpřesňováním představy pohybu dochází pravděpodobně i k zpřesňování provedení pohybu.

7.5 Přínos pro praxi

Jak observace, tak představa pohybu vnáší do terapie nesporné výhody. Obě dvě techniky jsou relativně nenáročné na provedení a je možné je snadno zařadit jako nástavbu současné rehabilitace. Na rozdíl od aktivní i pasivní terapie obnovy motorických schopností, MI ve svém principu není závislá na reziduální funkci, ale pouze na volní aktivitě pacienta. (Sharma, Pomeroy, Baron, 2006, s. 1942) a nejsou známy vedlejší účinky či kontraindikace (Confalonieri et al., 2006, s. 2).

Samotná MI může být využívána v podstatě kdykoliv, kdekoliv a neomezeně často (Mulder, 2007, s. 1271). Díky tomu, po správné instruktáži pacienta ve vhodných aktivitách, si je může sám představovat v době, kdy potřebuje. Pokud v mentálním tréninku pacienti pokračují sami, nezávisle na terapii vedené terapeutem, zvyšuje se tím vlastně frekvence rehabilitace. Pohyby si navíc pacient může upravit a přizpůsobit, popřípadě představovat v jakémkoli kontextu (Munzert, Lorey, Zentgraf, 2009, s. 318).

Nevýhoda mentálního tréninku nastává v situaci, kdy daný pacient není komunikačně na takové úrovni, aby byl schopen pochopit, co po něm terapeut požaduje, popřípadě nemá dostatečnou schopnost motor imagery. Zde je vhodnější zvolit jako prostředek terapie observaci pohybu, která není tak náročná na soustředění pacienta. Ten se věnuje pouze vizuální prezentaci pohybů, která probíhá pomocí videa nebo na reálném probandovi (Porro et al., 2003, s. 3115).

Ačkoli se obě terapie jeví jako užitečné pouze v případě, kdy pacient není schopen pohybu (Lee et al., 2013, s. 613, 614), jsou vhodné i u pacientů se zachovanou hybností. Celkově mohou zlepšovat parametry trénovaného pohybu. Pacienti navíc mohou mít

zachovanou hybnost, ale díky sekundárním změnám nemusí být reálný pohyb tím nejlepším řešením – například při vzniku subluxací, lézí měkkých tkání či vzniku zmrzlého ramene.

Protože při této formě terapie chybí somatosenzorické vjemy, je vhodné terapii vždy doplnit o provedení pohybu. Pokud je pacient schopen provést pohyb sám, provádí jej aktivně. Pokud se jedná o plegického pacienta s neschopností pohybu, je třeba terapii doplnit buď souběžně, nebo až po mentálním tréninku pasivním provedením pohybu s asistencí terapeuta (Lotze, Halsband, 2006, s. 389,391).

AO či MI terapie navíc přináší možnost, jak překlenout v současné době u nás vznikající problém s návaznou rehabilitací. Pacienti často odchází z rehabilitačních zařízení domů ještě v době, kdy nejsou zcela doléčeni a vzniká časový prostoj před přijetím na další rehabilitaci, lázeňskou či ambulantní. V tomto případě lze pacienta snadno vybavit sadou videí, která může zahrnovat i složité komplexní úkony jako například odemčení a otevření dveří, nastupování do auta, příprava kávy/čaje a další domácí či jiné aktivity. Po domluvě s pacientem je možné připravit i nová individuální videa, odpovídající jeho zájmovým činnostem. Tato videa si pak může pouštět sám v domácím prostředí a hned si je zkusit reálně provést.

7.6 Limity studie

Bezesporu velkým limitem této studie je malý počet naměřených probandů a absence kontrolní skupiny. Vzhledem k malému počtu probandů je možné, že některé výsledky, které se po statistické analýze blížily signifikanci (např. $p = 0,057$; $p = 0,055$), by na větším počtu probandů vyšly jako významné.

Limitem jak pro měření, tak pro provedení terapie, by mohlo být nedodržení standardizovaných podmínek. Vzhledem k vytiženosti kineziologické laboratoře, potažmo celého lůžkového oddělení, nebylo možné realizovat měření i jednotlivá terapeutická sezení vždy ve stejnou dobu. Zároveň nebylo vždy možné zařídit, aby pacient nebyl při terapii či měření rušen a mohl se tak plně soustředit na terapii.

V experimentu byli měřené situace randomizované. U studií podobného typu je však randomizace pořadí diskutabilní. Jak již bylo výše zmíněno, není možné s jistotou prokázat, zda jsou probandi schopni prosté observace pohybu poté, co byli už jednou požádáni o observaci se současnou představou (Wright, Williams, Holmes, 2014, s. 2). Jelikož během AO terapie se měli pacienti na sledovaný pohyb soustředit a zároveň si představovat, že jej

provádí, je možné, že v druhém měření již nebyli schopni samotné prosté observace, ale automaticky zapojili i MI.

V rámci terapie bylo natočeno celkem 13 videí s různými aktivitami z běžného denního života (viz Příloha 8). Videá byla natočena na ženském modelu. Pacienti sice udávali, že vnímali postavu jako neutrální, přesto by bylo vhodné natočit videá zvlášť pro muže a zvlášť pro ženy. Do tohoto experimentu byli zařazeni probandi v subakutní fázi CMP, nejdéle 56 dnů od ataky. Vzhledem k povaze postižení by bylo možné pro další výzkum vytvořit sadu videí pro pacienty do domácí terapie a porovnávat výsledky s delším odstupem. Tato videá by mohla obsahovat komplexní činnosti, které nebudou vázány pouze na prostory a objekty snadno dostupné v rámci nemocniční péče. Aktivity by tak mohly být delší, účelnější a pravděpodobně efektivnější.

Ačkoli je AO a MI aktuálním tématem mnoha studií, většinou se experimenty vztahují přímo k působení na kortikální úrovni. Málo studií se zabývá konkrétně svalovou aktivitou. EMG měření se používá spíše jako kontrola výsledků a provedení terapie při MI, než jako primární hodnotící prostředek.

Vzhledem k různé funkční úrovni probandů nebylo možné do měřených aktivit zařadit i činnosti přímo vázané na objekt, v tomto případě na sklenici. Nebylo tedy možné měřené situace porovnat s reálným provedením pohybu. Dalším limitem je, že při čisté představě pacienti zaznamenali pouze začátek a konec pohybu. Ačkoli je tedy pohyb napití ze sklenice složený v podstatě ze 4 různých funkčních celků (dosah pro sklenici, pohyb se sklenicí k ústům, položení sklenice na stůl, vrácení do výchozí polohy), nebylo díky čisté představě možné pohyb takto rozfázovat. Hodnocená svalová aktivita v celém průběhu pohybu je tedy značně zkreslená, protože v každé fázi se měřené svaly mohou aktivovat v jiném poměru.

Závěr

Action observation terapie a mentální trénink se stále více přesouvají z oblasti výzkumu do aplikované klinické rehabilitační praxe především v oblasti neurologických poruch. Cílem není nahradit stávající přístupy, ale doplnit je o další možnosti facilitačního působení a vyvolání neuroplastických změn. Stále více se na obě metody nahlíží jako na neoddělitelné techniky, které by měly pro dosažení co nejlepšího efektu jít vždy ruku v ruce.

Celkově výsledky experimentu v této práci naznačují, že Action observation terapie je vhodná jako doplněk standardní rehabilitační intervence. Ačkoli výsledky EMG měření nevyznívají zcela přesvědčivě, bylo dosaženo významných výsledků ve funkčním hodnocení paretické končetiny i schopnosti motor imagery. Výsledky jasně ukazují, že po absolvování terapie dochází k zpřesnění představy pohybu a pravděpodobně tedy i k zpřesnění samotného provedení pohybu.

Forma této terapie je snadno dostupná relativně jakémukoli zařízení, včetně domácího prostředí. Action observation terapie nebo mentální trénink nemusí být nutně doplněn o nácvik dané činnosti v přítomnosti terapeuta. V tom případě lze rychle a snadno zvyšovat náročnost sledovaných/představovaných pohybů a „trénovat“ tak tyto pohyby, aniž bychom pacienta demotivovali a frustrovali z nesplněného úkolu.

Referenční seznam

ADEY-WAKELING, Zoe a Maria CROTTY. 2013. Upper Limb Rehabilitation Following Stroke: Current Evidence and Future Perspectives. *Aging Health* [online]. 2013, volume 9, issue 6, s. 629–647. [cit. 11. 5. 2015] ISSN 1745-509X. Dostupné z: [doi:http://dx.doi.org/10.2217/ahe.13.67](http://dx.doi.org/10.2217/ahe.13.67).

ALBANI Giovanni, Veronica CIMOLIN, Manuela GALLI, Sara Laura VIMERCATI, Daniela BAR a Laura CAMPANELLI. 2010. Use of surface EMG for evaluation of upper limb spasticity during botulinum toxin therapy in stroke patients. *Functional Neurology* [online]. 2010, volume 25, issue 2, s. 104–107. [cit. 15. 5. 2015] ISSN 0393-5264. Dostupné z: <http://www.functionalneurology.com/common/php/portiere.php?ID=850fdb6e3961ab618e341f607f9>.

AMBLER, Zdeněk, Josef, BEDNAŘÍK a Evžen RŮŽIČKA. 2010. *Klinická neurologie*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2010, xxxii, 707, xliv s. ISBN 978-80-7387-389-9.

ANNETT John. 1995. Motor Imagery: Perception or Action?. *Neuropsychologia* [online]. 1995, volume 33, issue 11, s. 1395–1417. [cit. 26. 3. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: [doi:10.1016/0028-3932\(95\)00072-B](http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932(95)00072-B).

BALDISSERA, Fausto, Paolo CAVALLARI, Laila CRAIGHERO a Luciano FADIGA. 2001. Modulation of Spinal Excitability During Observation of Hand Actions in Humans. *European Journal of Neuroscience* [online]. 2001, volume 13, issue 1, s. 190–194. [cit. 4. 4. 2015] ISSN 1460-9568. Dostupné z: [doi:10.1046/j.0953-816x.2000.01368.x](http://dx.doi.org/10.1046/j.0953-816x.2000.01368.x).

BOHANNON, Richard W. a Melissa B. SMITH. 1987. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Physical Therapy*. 1987, volume 67, issue 2, s. 206–207. [cit. 5. 3. 2015] ISSN 1538-6724. Dostupné z: <http://ptjournal.apta.org/content/67/2/206.full.pdf+html>.

BRASHEAR, Allison a Elie ELOVIC. *Spasticity: diagnosis and management*. New York: Demos Medical, 2011, xv, 448 s. ISBN 978-1933864518.

BUCCINO, Giovanni, Ferdinand BINKOFSKI, Gerald R. FINK, Luciano FADIGA, Leonardo FOGASSI, Vittorio GALLESE, Rüdiger J. SEITZ, Karl ZILLES, Giacomo RIZZOLATTI a Hans-Joachim FREUND. 2001. Action Observation Activates Premotor and Parietal Areas

in a Somatotopic Manner: an fMRI Study. *European Journal of Neuroscience* [online]. 2001, volume 13, issue 2, s. 400–404. [cit. 18. 1. 2015] ISSN 1460-9568. Dostupné z: doi:10.1111/j.1460-9568.2001.01385.x.

BUTLER, Andrew J. a Stephen J. PAGE. 2006. Mental Practice With Motor Imagery: Evidence for Motor Recovery and Cortical Reorganization After Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2006, volume 87, issue 12, s. 2–11. [cit. 2. 4. 2015] ISSN 0003-9993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2006.08.326.

BUTLER, Andrew J., Jennifer CAZEAUX, Anna FIDLER, Jessica JANSEN, Nehama LEFKOVE, Melanie GREGG, Craig HALL, Kirk A. EASLEY, Neeta SHENVI a Steven L. WOLF. 2012. The Movement Imagery Questionnaire-Revised, Second Edition (MIQ-RS) Is a Reliable and Valid Tool for Evaluating Motor Imagery in Stroke Populations. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2012, volume 2012, s. 1–11. [cit. 13. 2. 2015] ISSN 1741-4288. Dostupné z: doi:10.1155/2012/497289.

CAREY, James R, Teresa J. KIMBERLEY, Scott M. LEWIS, Edward J. AUERBACH, Lisa DORSEY, Peter RUNDQUIST a Kamil UGURBIL. 2002. Analysis of fMRI and Finger Tracking Training in Subjects with Chronic Stroke. *Brain* [online]. 2002, volume 125, issue 4, s. 773–788. [cit. 10. 4. 2015] ISSN 0006-8950. Dostupné z: doi:10.1093/brain/awf091.

CATTANEO, Luigi a Giacomo RIZZOLATTI. 2009. The Mirror Neuron System. *Archives of Neurology* [online]. 2009, volume 66, issue 5, s. 557–560. [cit. 3. 1. 2015] ISSN 1741-4288. Dostupné z: doi:10.1001/archneurol.2009.41.

CELNIK, Pablo, Brian WEBSTER, Davis M. GLASSER a Leonardo G. COHEN. 2008. Effects of Action Observation on Physical Training After Stroke. *Stroke* [online]. 2008, volume 39, issue 6, s. 1814–1820. [cit. 15. 5. 2015] ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/strokeaha.107.508184.

CLARK, Shannon, François TREMBLAY a Diane STE-MARIE. 2004. Differential Modulation of Corticospinal Excitability during Observation, Mental Imagery and Imitation of Hand Actions. *Neuropsychologia* [online]. 2004, volume 42, issue 1, s. 105–112. [cit. 10. 5. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: doi:10.1016/s0028-3932(03)00144-1.

CLIFFORD, Erin. 1999. Neural Plasticity: Merzenich, Taub and Greenough. *Harvard Brain* [online]. 1999, volume 16, s. 16–20 [cit. 10. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.hcs.harvard.edu/~hsmbb/BRAIN/vol6/p16-20-Neuronalplasticity.pdf>.

CONFALONIERI, Linda, Giuseppe PAGNONI, Lawrence W. BARSALOU, Justin RAJENDRA, Simon B. EICKHOFF a Andrew J. BUTLER. 2012. Brain Activation in Primary Motor and Somatosensory Cortices during Motor Imagery Correlates with Motor Imagery Ability in Stroke Patients. *ISRN Neurology* [online]. 2012, volume 2012, s. 1–17. [cit. 21. 12. 2014] ISSN 2090-5505. Dostupné z: [doi:10.5402/2012/613595](https://doi.org/10.5402/2012/613595).

DECETY, Jean, Marc JEANNEROD a Claude PRABLANC. The Timing of Mentally Represented Actions. *Behavioural Brain Research* [online]. 1989, volume 34, issue 1-2, s. 35–42. [cit. 12. 5. 2015]. ISSN 0166-4328. Dostupné z: [doi:10.1016/s0166-4328\(89\)80088-9](https://doi.org/10.1016/s0166-4328(89)80088-9).

DELLEN, Lex, Lieke PEPER, Jaap HARLAAR, Andreas DAFFERTSHOFER, Nienke I ZIJP, Kirsten NIENHUYS, Peter KOPPE, Gert KWAKKEL a Peter J BEEK. 2009. Comparing Unilateral and Bilateral Upper Limb Training: The ULTRA-stroke Program Design. *BMC Neurology* [online]. 2009, volume 9, issue 1, s. 1–14. [cit. 11. 5. 2015]. ISSN 1471-2377. Dostupné z: [doi:10.1186/1471-2377-9-57](https://doi.org/10.1186/1471-2377-9-57).

DETTMERS, Christian, M. BENZ, Joachim LIEPERT a Brigitte ROCKSTROH. 2012. Motor Imagery in Stroke Patients, or Plegic Patients with Spinal Cord or Peripheral Diseases. *Acta Neurologica Scandinavica* [online]. 2012, volume 126, issue 4, s. 238–247. [cit. 31. 1. 2015] ISSN 1600-0404. Dostupné z: [doi:10.1111/j.1600-0404.2012.01680.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2012.01680.x).

DETTMERS, Christian, Violetta NEDELKO, Thomas HASSA, Klaus STARROST a Mircea Ariel SCHOENFELD. 2013. “Video Therapy”: Promoting Hand Function after Stroke by Action Observation Training – a Pilot Randomized Controlled Trial. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 2013, volume 02, issue 02, s. 1–7. [cit. 16. 5. 2015] ISSN 2329-9096. Dostupné z: [doi:10.4172/2329-9096.1000189](https://doi.org/10.4172/2329-9096.1000189).

DIJKERMAN, H. Chris, Magdalena IETSWAART, Marie JOHNSTON a Ronald S. MACWALTER. 2004. Does Motor Imagery Training Improve Hand Function in Chronic Stroke Patients? A Pilot Study. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2004, volume 18, issue 5, s. 538–549. [cit. 14. 3. 2015] ISSN 1477-0873. Dostupné z: [doi:10.1191/0269215504cr769oa](https://doi.org/10.1191/0269215504cr769oa).

DOBKIN, Bruce H. Rehabilitation after Stroke. *New England Journal of Medicine* [online]. 2005, volume 352, issue 16, s. 1677–1684 [cit. 12. 5. 2015]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/nejmcp043511.

DOMINEY, Peter, Jean DECETY, Emmanuel BROUSSOLLE, Guy CHAZOT a Marc JEANNEROD. 1995. Motor Imagery of a Lateralized Sequential Task is Asymmetrically Slowed in Hemi-Parkinson's Patients. *Neuropsychologia* [online]. 1995, volume 33, issue 6, s. 727–741. [cit. 2. 3. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: doi:10.1016/0028-3932(95)00008-Q.

DRISKELL, James E., Carolyn COPPER a Aidan MORAN. 1994. Does Mental Practice Enhance Performance?. *Journal of Applied Psychology* [online]. 1994, volume 79, issue 4, s. 481–492. [cit. 12. 2. 2015] ISSN 0021-9010. Dostupné z: doi:10.1037/0021-9010.79.4.481.

EAVES, Daniel L., Lauren HAYTHORNTHWAITE a Stefan VOGT. 2014. Motor Imagery During Action Observation Modulates Automatic Imitation Effects in Rhythmical Actions. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. 2014, volume 8, issue 28, s. 1–13. [cit. 6. 1. 2015] ISSN 1662-5161. Dostupné z: doi:10.3389/fnhum.2014.00028.

ERTELT, Denis, Steven SMALL, Ana SOLODKIN, Christian DETTMERS, Adam MCNAMARA, Ferdinand BINKOFSKI a Giovanni BUCCINO. 2007. Action Observation Has a Positive Impact on Rehabilitation of Motor Deficits after Stroke. *NeuroImage* [online]. 2007, volume 36, s. 164–173. [cit. 12. 12. 2014] ISSN: 1053-8119. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroimage.2007.03.043.

FADIGA, Luciano, Giovanni BUCCINO, Laila CRAIGHERO, Leonardo FOGASSI, Vittorio GALLESE a Giovanni PAVESI. 1998. Corticospinal Excitability is Specifically Modulated by Motor Imagery: a Magnetic Stimulation Study. *Neuropsychologia* [online]. 1998, volume 37, issue 2, s. 147–158. [cit. 12. 5. 2015]. ISSN 0028-3932. Dostupné z: doi:10.1016/s0028-3932(98)00089-x.

FADIGA, Luciano, Leonardo FOGASSI, Giovanni PAVESI a Giacomo RIZZOLATTI. 1995. Motor Facilitation During Action Observation: a Magnetic Stimulation Study. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1995, volume 73, issue 6, s. 2608–2611. [cit. 4. 1. 2015] ISSN 1522-1598. Dostupné z: http://www.researchgate.net/profile/Luciano_Fadiga/publication/15533327_Moto

r_facilitation_during_action_observation_a_magnetic_stimulation_study/links/00b7d5187d25ed50c0000000.pdf.

FEYS, Hilde M., Willy J. De WEERDT, Beat E. SELZ, Gail A. Cox STECK, Ruth SPICHIGER, Luc E. VEREECK, Koen D. PUTMAN a Gustaaf A. Van HOYDONCK. 1998. Effect of a Therapeutic Intervention for the Hemiplegic Upper Limb in the Acute Phase After Stroke: A Single-Blind, Randomized, Controlled Multicenter Trial. *Stroke* [online]. 1998, volume 29, issue 4, s. 785–792 [cit. 9. 5. 2015]. ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.str.29.4.785.

FILIMON, Flavia, Jonathan D. NELSON, Donald J. HAGLER a Martin I. SERENO. 2007. Human Cortical Representations for Reaching: Mirror Neurons for Execution, Observation, and Imagery. *NeuroImage* [online]. 2007, volume 37, issue 4, s. 1315–1328. [cit. 5. 1. 2015] ISSN 1053–8119. Dostupné z: doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.06.008.

FRANCESCHINI, Marco, Maurizio AGOSTI, Anna CANTAGALLO, Patrizio SALE, Mauro MANCUSO, Giovanni BUCCINO. 2010. Mirror Neurons: Action Observation Treatment as a Tool in Stroke Rehabilitation. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2010, volume 46, issue 4, s. 517–523. [cit. 24. 3. 2015] ISSN 1973-9095.

FRITZ, Stacy L., Yi-Po CHIU, Matthew P. MALCOLM, Tara S. PATTERSON a Kathye E. LIGHT. 2005. Feasibility of Electromyography-Triggered Neuromuscular Stimulation as an Adjunct to Constraint-Induced Movement Therapy. *Physical Therapy* [online]. 2005, volume 85, issue 5, s. 428–442. [cit. 14. 3. 2015] ISSN 1538-6724. Dostupné z: <http://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2010N04A0517>.

FUNK, Marion, Maggie SHIFFRAR a Peter BRUGGER. 2005. Hand Movement Observation by Individuals Born Without Hands: Phantom Limb Experience Constrains Visual Limb Perception. *Experimental Brain Research* [online]. 2005, volume 164, issue 3, s. 341–346. [cit. 22. 3. 2015] ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-005-2255-4.

GANDEVIA, Simon C., Linda R. WILSON, J. Timothy INGLIS a David BURKE. 1997. Mental Rehearsal of Motor Tasks Recruits α -motoneurons but Fails to Recruit Human Fusimotor Neurons Selectively. *The Journal of Physiology* [online]. 1997, volume 505, issue

1, s. 259–266. [cit. 13. 5. 2015]. ISSN 1469-7793. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-7793.1997.259bc.x.

GATTI, Roberto, A. TETTAMANTI, Patricia M. GOUGH, E. RIBOLDI, L. MARINONI a Giovanni BUCCINO. 2013. Action observation versus motor imagery in learning a complex motor task: A short review of literature and a kinematics study. *Neuroscience Letters* [online]. 2013, volume 540, s. 37–42. [cit. 12. 5. 2015]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2012.11.039.

GERARDIN, Emmanuel, Angela SIRIGU, Stéphane LEHÉRICY, Jean-Baptiste POLINE, Bertrand GAYMARD, Claude MARSAULT, Yves AGID a Denis Le BIHAN. 2000. Partially Overlapping Neural Networks for Real and Imagined Hand Movements. *Cerebral Cortex* [online]. 2000, volume 10, issue 11, s. 1093–1104. [cit. 17. 3. 2015] ISSN 1460-2199. Dostupné z: doi:10.1093/cercor/10.11.1093.

GREGG, Melanie, Craig HALL a Andrew BUTLER. 2010. The MIQ-RS: A Suitable Option for Examining Movement Imagery Ability. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2010, volume 7, issue 2, s. 249–257. [cit. 10. 5. 2014] ISSN 1741-4288. Dostupné z: doi:10.1093/ecam/nem170.

GRÈZES, Julie a Jean DECETY. 2000. Functional Anatomy of Execution, Mental Simulation, Observation, and Verb Generation of Actions: A Meta-analysis. *Human Brain Mapping* [online]. 2000, volume 12, issue 1, s. 1–19. [cit. 5. 1. 2015] ISSN 1065-9471. Dostupné z: doi:10.1002/1097-0193(200101)12:1<1::aid-hbm10>3.0.co;2-v.

GUILLOT, Aymeric a Christian COLLET. 2010. *The Neurophysiological Foundations of Mental and Motor Imagery*. New York: Oxford University Press, 2010, xvii, s. 297. ISBN 978-0-19-954625-1.

HAYES, Spencer J., Digby ELLIOTT, Matthew ANDREW, James W. ROBERTS, Simon J. BENNETT. 2012. Dissociable Contributions of Motor-Execution and Action-Observation to Intramanual Transfer. *Experimental Brain Research* [online]. 2012, volume 221, issue 4, s. 459–466. [cit. 13. 5. 2014] ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-012-3188-3.

HAN, Lu, Diane LAW-GIBSON a Michael REDING. 2002. Key Neurological Impairments Influence Function-Related Group Outcomes After Stroke. *Stroke* [online]. 2002, volume 33,

issue 7, s. 1920–1924. [cit. 17. 3. 2015] ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.0000019792.59599.CC.

HÉTU, Sébastien, Catherine MERCIER, Fanny EUGÈNE, Pierre-Emmanuel MICHON, Philip L. JACKSON a Angela SIRIGU. 2011. Modulation of Brain Activity during Action Observation: Influence of Perspective, Transitivity and Meaningfulness. *PLoS ONE* [online]. 2011, volume 6, issue 9, s. 1–12. [cit. 14. 5. 2014] ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0024728.

HOLMES, Paul a Claire CALMELS. 2008. A Neuroscientific Review of Imagery and Observation Use in Sport. *Journal of Motor Behavior* [online]. 2008, volume 40, issue 5, s. 433–445. [cit. 6. 1. 2015] ISSN 0022-2895. Dostupné z: doi:10.3200/JMBR.40.5.433-445.

IETSWAART, Magdalena, Marie JOHNSTON, H. Chris DIJKERMAN, Sara JOICE, Clare L. SCOTT, Ronald S. MACWALTER a Steven J. C. HAMILTON. 2011. Mental Practice with Motor Imagery in Stroke Recovery: Randomized Controlled Trial of Efficacy. *Brain* [online]. 2011, volume 134, issue 5, s. 1373–1386. [cit. 16. 5. 2015]. ISSN 0006-8950. Dostupné z: doi:10.1093/brain/awr077.

JEANNEROD, Marc. 1995. Mental Imagery in the Motor Context. *Neuropsychologia* [online]. 1995, volume 33, issue 11, s. 1419–1432. [cit. 5. 1. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: doi:10.1016/0028-3932(95)00073-C.

JEANNEROD, Marc. 2006. *Motor cognition: what actions tell the self*. New York: Oxford University Press, 2006, x, s. 209. ISBN 978-019-8569-657.

JEANNEROD, Marc a Victor FRAK. 1999. Mental imaging of motor activity in humans. *Current Opinion in Neurobiology* [online]. 1999, volume 9, issue 6, s. 735–739. [cit. 20. 3. 2015]. ISSN 0959-4388. Dostupné z: doi:10.1016/s0959-4388(99)00038-0.

KANG, Jin-Ho, Sook EOM, Jae-Shin LEE. 2013. Effects of Action Observation training on Motor Function in Stroke Patients: a Meta-Analysis. *Advanced Science and Technology Letters* [online]. 2013, volume 40, s. 16–18. [cit. 16. 5. 2015]. ISSN 2287-1233. Dostupné z: http://onlinepresent.org/proceedings/vol40_2013/4.pdf.

JOHNSON, Scott H. 2000. Imagining the Impossible: Intact Motor Representations in Hemiplegics. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology* [online]. 2000, volume 11, issue

4, s. 729–732. [cit. 22. 2. 2015] ISSN 0959-4965. Dostupné z: http://www.researchgate.net/publication/12557929_Imagining_the_impossible_intact_motor_representations_in_hemiplegics.

JOHNSON, Scott H., Gwen SPREHN a Andrew J. SAYKIN. 2002. Intact Motor Imagery in Chronic Upper Limb Hemiplegics: Evidence for Activity-Independent Action Representations. *Journal of Cognitive Neuroscience* [online]. 2002, volume 14, issue 6, s. 841–852. [cit. 22. 2. 2015] ISSN 0898-929X. Dostupné z: doi:10.1162/089892902760191072.

JONGSMA, Marijtje L. A., Ruud G. J. MEULENBROEK, Judith OKELY, C. Marjolein BAAS, Rob H. J. VAN DER LUBBE, Bert STEENBERGEN a Nicholas P. HOLMES. 2013. Effects of Hand Orientation on Motor Imagery - Event Related Potentials Suggest Kinesthetic Motor Imagery to Solve the Hand Laterality Judgment Task. *PLoS ONE* [online]. 2013, volume 8, issue 9, s. 1–10. [cit. 10. 5. 2014] ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0076515.

JOWDY, Douglas P. a Dorothy V. HARRIS. 1990. Muscular Responses During Mental Imagery as a Function of Motor Skill Level. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 1990, volume 12, s. 191–201. [cit. 13. 5. 2015] ISSN 0895-2779. Dostupné z: <http://journals.humankinetics.com/AcuCustom/Sitename/Documents/DocumentItem/9293.pdf>.

KIMBERLEY, Teresa J, Gauri KHANDEKAR, Laura L. SKRABA, Jessica A. SPENCER, Emily A. Van GORP, Sarah R. WALKER. 2006. Neural Substrates for Motor Imagery in Severe Hemiparesis. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2006, volume 20, issue 2, s. 268–277. [cit. 4. 4. 2015] ISSN 1552-6844. Dostupné z: doi:10.1177/1545968306286958.

KLEIM, Jeffrey A. 2011. Neural Plasticity and Neurorehabilitation: Teaching the New Brain Old Tricks. *Journal of Communication Disorders* [online]. 2011, volume 44, issue 5, s. 521–528. [cit. 9. 5. 2015] ISSN 0021-9924. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcomdis.2011.04.006.

KUMAR, Shrawan a Anil MITAL. 1996. *Electromyography in ergonomics*. Bristol, PA: Taylor & Francis, 1996, viii, 312 s. ISBN 978-0748401307.

KWAKKEL, Gert, Boudewijn J. KOLLEN, Jeroen van der GROND a Arie J.H. PREVO. 2003. Probability of Regaining Dexterity in the Flaccid Upper Limb: Impact of Severity of Paresis and Time Since Onset in Acute Stroke. *Stroke* [online]. 2003, volume 34, issue 9, s. 2181–

2186. [cit. 11. 5. 2015]. ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.str.0000087172.16305.cd.

KWAKELL, Gert, Robert C. WAGENAAR, Jos W. R. TWISK, Gustaaf J. LANKHORST a Johan C. Koetsier. 1999. Intensity of Leg and Arm Training after Primary Middle-Cerebral-Artery Atroke: a Randomised Trial. *The Lancet*. 1999, volume 354, issue 9174, s. 191–196. [cit. 9. 5. 2015]. ISSN 0140-6736. Dostupné z: [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(98\)09477-X/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(98)09477-X/abstract).

LACEY, Simon a Rebecca LAWSON. 2013. *Multisensory Imagery*. New York: Springer Science & Business Media, 2013, x, s. 435. ISBN 978-1-4614-5879-1.

LANGE, Floris de, Joke S. KALKMAN, Gijs BLEIJENBERG, Peter HAGOORT, Sieberen P. vd Werf, Jos W. M. van der MEER a Ivan TONI. 2004. Neural correlates of the chronic fatigue syndrome - an fMRI study. *Brain* [online]. 2004, volume 127, issue 9, s. 1948–1957. [cit. 5. 3. 2015] ISSN 0006-8950. Dostupné z: doi:10.1093/brain/awh225.

LEE, Daehee, Hyolyun ROH, Jungseo PARK, Sangyoung LEE a Seulki HAN. 2013. Drinking Behavior Training for Stroke Patients Using Action Observation and Practice of Upper Limb Function. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2013, volume 25, issue 5, s. 611–614. [cit. 18. 1. 2015] ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.25.611.

LEQUERICA, Anthony, Lisa RAPPORT, Bradley N. AXELROD, Kaja TELMET a R. Douglas WHITMAN. 2002. Subjective and Objective Assessment Methods of Mental Imagery Control: Construct Validations of Self-Report Measures. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology (Neuropsychology, Development and Cognition: Section A)* [online]. 2002, volume 24, issue 8, s. 1103–1116. [cit. 18. 2. 2015] ISSN 1380-3395. Dostupné z: doi:10.1076/jcen.24.8.1103.8370.

LI, Chiang-shan Ray. 2000. Impairment of Motor Imagery in Putamen Lesions in Humans. *Neuroscience Letters* [online]. 2000, volume 287, issue 1, s. 13–16. [cit. 17. 3. 2015] ISSN 0304-3940. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3940(00)01164-2.

LIEPERT, Joachim, Heike BAUDER, Wolfgang H. R. MILTNER, Edward TAUB a Cornelius WEILLER. 2000. Treatment-Induced Cortical Reorganization after Stroke in Humans. *Stroke*. [online] 2000, volume 31, issue 6, s. 1210–1216. [cit. 21. 2. 2015] ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.31.6.1210.

LOTZE, Martin, Christoph BRAUN, Niels BIRBAUMER, Silke ANDERS a Leonardo G. COHEN. 2003. Motor Learning Elicited by Voluntary Drive. *Brain* [online]. 2003, volume 126, issue 4, s. 866–872. [cit. 14. 3. 2015] ISSN 0006-8950. Dostupné z: doi:10.1093/brain/awg079.

LOTZE, Martin a Ulrike HALSBAND. 2006. Motor Imagery. *Journal of Physiology-Paris* [online]. 2006, volume 99, issue 4-6, s. 386–395. [cit. 1. 3. 2015] ISSN 0928-4257. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphysparis.2006.03.012.

MACUGA, Kristen L. a Scott H. FREY. 2012. Neural Representations Involved in Observed, Imagined, and Imitated Actions are Dissociable and Hierarchically Organized. *NeuroImage*. [online] 2012, volume 59, issue 3, s. 2798–2807. [cit. 7. 1. 2015] ISSN 1053–8119. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroimage.2011.09.083.

MALOUIN, Francine, Carol L. RICHARDS, Anne DURAND a Julien DOYON. 2008. Reliability of Mental Chronometry for Assessing Motor Imagery Ability after Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2008, volume 89, issue 2, s. 311–319. [cit. 19. 2. 2015] ISSN 0003-9993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2007.11.006.

MALOUIN, Francine, Carol L. RICHARDS, Anne DURAND a Julien DOYON. 2007a. Clinical Assessment of Motor Imagery after Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2007, volume 22, issue 4, s. 330–340. [cit. 20. 2. 2015] ISSN 1552-6844. Dostupné z: doi:10.1177/1545968307313499.

MALOUIN, Francine, Carol L. RICHARDS, Philip L. JACKSON, Martin F. LAFLEUR, Anne DURAND a Julien DOYON. 2007b. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for Assessing Motor Imagery in Persons with Physical Disabilities: A Reliability and Construct Validity Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 2007, volume 31, issue 1, s. 20–29. [cit. 19. 2. 2015] ISSN 1557-0576. Dostupné z: doi:10.1097/01.NPT.0000260567.24122.64.

MCDONNELL, Michelle. 2008. Action Research Arm Test. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 2008, volume 54, issue 3, s. 220. [cit. 5. 3. 2015]. ISSN 0004-9514. Dostupné z: doi:10.1016/s0004-9514(08)70034-5.

MIZUGUCHI, Nobuaki, Masanori SAKAMOTO, Tetsuro MURAOKA, Kento NAKAGAWA, Shoichi KANAZAWA, Hiroki NAKATA, Noriyoshi MORIYAMA, Kazuyuki

KANOSUE. 2011. The Modulation of Corticospinal Excitability during Motor Imagery of Actions with Objects. *PLoS ONE* [online]. 2011, volume 6, issue 10, s. 1–9. [13. 5. 2014] ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0026006.

MULDER, Theo, Sjouke ZIJLSTRA, Wiebren ZIJLSTRA a Jacqueline HOCHSTENBACH. 2004. The Role of Motor Imagery in Learning a Totally Novel Movement. *Experimental Brain Research* [online]. 2004, volume 154, issue 2, s. 211–217. [cit. 18. 1. 2015] ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-003-1647-6.

MULDER, Theo. 2007. Motor Imagery and Action Observation: Cognitive Tools for Rehabilitation. *Journal of Neural Transmission* [online]. 2007, volume 114, issue 10, s. 1265–1278. [cit. 18. 1. 2015] ISSN 0300-9564. Dostupné z: doi:10.1007/s00702-007-0763-z.

MUNZERT, Jörn, Britta LOREY a Karen ZENTGRAF. Cognitive Motor Processes: The Role of Motor Imagery in the Study of Motor Representations. *Brain Research Reviews* [online]. 2009, volume 60, issue 2, s. 306–326. [cit. 25. 3. 2015] ISSN 0165-0173. Dostupné z: doi:10.1016/j.brainresrev.2008.12.024.

MUNZERT, Jörn, Karen ZENTGRAF, Rudolf STARK a Dieter VAITL. 2008. Neural Activation in Cognitive Motor Processes: Comparing Motor Imagery and Observation of Gymnastic Movements. *Experimental Brain Research* [online]. 2008, volume 188, issue 3, s. 437–444. [3. 1. 2015] ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-008-1376-y.

NEDELKO, Violetta, Thomas HASSA, Farsin HAMZEI, Mircea Ariel SCHOENFELD a Christian DETTMERS. 2012. Action Imagery Combined With Action Observation Activates More Corticomotor Regions Than Action Observation Alone. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 2012, volume 36, issue 4, s. 182–188. [cit. 15. 1. 2015] ISSN 1557-0576. Dostupné z: doi:10.1097/NPT.0b013e318272cad1.

NELLES, Gereon, Gregor SPIEKERMANN, Markus JUEPTNER, Georg LEONHARDT, Stefan MULLER, Horst GERHARD a H. Christoph DIENER. 1999. Reorganization of Sensory and Motor Systems in Hemiplegic Stroke Patients: A Positron Emission Tomography Study. *Stroke* [online]. 1999, volume 30, issue 8, s. 1510–1516. [cit. 14. 3. 2015] ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.30.8.1510.

NEWSOM, Johanna, Peter KNIGHT a Ronald BALNAVE. 2003. Use of Mental Imagery to Limit Strength Loss after Immobilization. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2003,

volume 12, issue 3, s. 249–258. [cit. 2. 4. 2015] ISSN 1543-3072. Dostupné z: http://campus.univ-lyon1.fr/sciencespourtoi/files/2014/02/Etude_Newsom.pdf

NUDO, Randolph J., Birute M. WISE, Frank SIFUENTES a Garrett W. MILLIKEN. 1996. Neural Substrates for the Effects of Rehabilitative Training on Motor Recovery After Ischemic Infarct. *Science* [online]. 1996, volume 272, issue 5269, s. 1791–1794. [cit. 10. 3. 2015] ISSN 0036-8075. Dostupné z: [doi:10.1126/science.272.5269.1791](https://doi.org/10.1126/science.272.5269.1791).

OHNO, Kanta, Toshio HIGASHI, Kenichi SUGAWARA, Kakuya OGAHARA, Kozo FUNASE a Tatsuya KASAI. 2011. Excitability Changes in the Human Primary Motor Cortex During Observation with Motor Imagery of Chopstick Use. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2011, volume 23, issue 5, s. 703–706. [cit. 17. 1. 2015] ISSN 0915-5287. Dostupné z: [doi:10.1589/jpts.23.703](https://doi.org/10.1589/jpts.23.703).

PAGE, Stephen J., Peter LEVINE a Anthony C. LEONARD. 2005. Effects of Mental Practice on Affected Limb Use and Function in Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2005, volume 86, issue 3, s. 399–402. [27. 2. 2015] ISSN 0003-9993. Dostupné z: [doi:10.1016/j.apmr.2004.10.002](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.10.002).

PAGE, Stephen. J., Peter LEVINE a Anthony LEONARD. 2007. Mental Practice in Chronic Stroke: Results of a Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Stroke* [online]. 2007, volume 38, issue 4, s. 1293–1297. [cit. 26. 1. 2015] ISSN 1524-4628. Dostupné z: [doi:10.1161/01.STR.0000260205.67348.2b](https://doi.org/10.1161/01.STR.0000260205.67348.2b).

PANDYAN, Anand D., Philippe VUADENS, Frederike M. J. van WIJCK, Sandra STARK, Garth R. JOHNSON a Michael P. BARNES. 2002. Are We Underestimating the Clinical Efficacy of Botulinum Toxin (Type A)? Quantifying Changes in Spasticity, Strength and Upper Limb Function after Injections of Botox to the Elbow Flexors in a Unilateral Stroke Population. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2002, volume 16, issue 6, s. 654–660. [cit. 15. 5. 2015] ISSN 1477-0873. Dostupné z: [doi:10.1191/0269215502cr536oa](https://doi.org/10.1191/0269215502cr536oa).

PATUZZO, Simone, Antonio FIASCHI a Paolo MANGANOTTI. 2003. Modulation of Motor Cortex Excitability in the Left Hemisphere During Action Observation: a Single- and Paired-pulse Transcranial Magnetic Stimulation Study of Self- and Non-self-action Observation. *Neuropsychologia* [online]. 2003, volume 41, issue 9, s. 1272–1278. [cit. 4. 4. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: [doi:10.1016/S0028-3932\(02\)00293-2](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00293-2).

PORRO, Carlo A., Patrizia FACCHIN, Simonetta FUSI, Guanita DRI a Luciano FADIGA. 2007. Enhancement of Force after Action Observation. *Neuropsychologia* [online]. 2007, volume 45, issue 13, s. 3114–3121. [cit. 3. 4. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.016.

RAFFIN, Estelle, Pascal GIRAUX, Karen T. REILLY, Katuscia SACCO, Marco RABUFFETTI, Fred TAM, Franco CAUDA, Lorenzo PIA, Giuliano GEMINIANI, Sergio DUCA, Simon J. GRAHAM a Anna BERTI. 2012. The Moving Phantom: Motor Execution or Motor Imagery?. *Cortex* [online]. 2012, volume 48, issue 6, s. 746–757. [cit. 1. 3. 2015] ISSN 0010-9452. Dostupné z: doi:10.1016/j.cortex.2011.02.003.

RANGANATHAN, Vinoth K., Vlodek SIEMIONOW, Jing Z. LIU, Vinod SAHGAL a Guang H. YUE. From Mental Power to Muscle Power – Gaining Strength by Using the Mind. *Neuropsychologia* [online]. 2004, volume 42, issue 7, s. 944–956. [cit. 3. 4. 2015] ISSN 0028-3932. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.018.

REILLY, Karen. T., Catherine MERCIER, Marc H. SCHIEBER and Angela SIRIGU. 2006. Persistent Hand Motor Commands in the Amputees' Brain. *Brain* [online]. 2006, volume 129, issue 8, s. 2211–2223. [cit. 1. 3. 2015] ISSN 0006-8950. Dostupné z: doi:10.1093/brain/awl154.

ROOSINK, Meyke a Inge ZIJDEWIND. 2010. Corticospinal excitability during observation and imagery of simple and complex hand tasks: Implications for motor rehabilitation. *Behavioural Brain Research* [online]. 2010, volume 213, issue 1, s. 35–41. [cit. 10. 5. 2015] ISSN 0166-4328. Dostupné z: doi:10.1016/j.bbr.2010.04.027.

Royal College of Physicians, British Society of Rehabilitation Medicine, Chartered Society of Physiotherapy, Association of Chartered Physiotherapists Interested in Neurology. 2009. *Spasticity in adults: management using botulinum toxin : national guidelines*. London: Royal College of Physicians, 2009. ISBN 978-1-86016-350-0.

SAKAMOTO, Masanori, Noriyoshi MORIYAMA, Nobuaki MIZUGUCHI, Tetsuro MURAOKA, Kazuyuki KANOSUE. 2012. Modulation of Corticospinal Excitability during Acquisition of Action Sequences by Observation. *PLoS ONE* [online]. 2012, volume 7, issue 5, s. 1–8. [cit. 13. 5. 2014] ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0037061.

SAKAMOTO, Masanori, Tetsuro MURAOKA, Nobuaki MIZUGUCHI a Kazuyuki KANOSUE. 2009. Combining Observation and Imagery of an Action Enhances Human

Corticospinal Excitability. *Neuroscience Research* [online]. 2009, volume 65, issue 1, s. 23–27. [15. 1. 2015] ISSN 0168-0102. Dostupné z: doi:10.1016/j.neures.2009.05.003.

SALE, Patrizio, Maria Gabriella CERAVOLO a Marco FRANCESCHINI. 2014. Action Observation Therapy in the Subacute Phase Promotes Dexterity Recovery in Right-Hemisphere Stroke Patients. *BioMed Research International* [online]. 2014, volume 2014, s. 1–7. [cit. 3. 1. 2015] ISSN 2314-6141. Dostupné z: doi:10.1155/2014/457538.

SHACKELL, Erin M. a Lionel G. STANDING. 2007. Mind over Matter: Mental Training Increases Physical Strength. *North American Journal of Psychology* [online]. 2007, volume 9, issue 1, s. 189–200. [cit. 26. 1. 2015]. ISSN 1527-7143. Dostupné z: http://westallen.typepad.com/brains_on_purpose/files/mind_over_matter_shackell_07.pdf

SHARMA, Nikhil, Valerie POMEROY a Jean-Claude BARON. 2006. Motor Imagery: a Backdoor to the Motor System after Stroke? *Stroke* [online]. 2006, volume 37, issue 7, s. 1941–1952. [cit. 5. 1. 2015] ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.0000226902.43357.fc.

SCHWOEBEL, John, Consuelo B. BORONAT a H. Branch COSLETT. 2002. The man who executed “imagined” movements: Evidence for dissociable components of the body schema. *Brain and Cognition* [online]. 2002, volume 50, issue 1, s. 1–16. [cit. 18. 3. 2015] ISSN 0278-2626. Dostupné z: doi:10.1016/S0278-2626(02)00005-2.

SIRIGU, Angela, Jean-René DUHAMEL, Laurent COHEN, Bernard PILLON, Bruno DUBOIS a Yves AGID. 1996. The Mental Representation of Hand Movements After Parietal Cortex Damage. *Science* [online]. 1996, volume 273, issue 5281, s. 1564–1568. [cit. 25. 2. 2015] ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.273.5281.1564.

SIRIGU, Angela, Laurent COHEN, Jean-René DUHAMEL, Bernard PILLON, Bruno DUBOIS, Yves AGID a Charles PIERROT-DESEILLIGNY. 1995. Congruent Unilateral Impairments for Real and Imagined Hand Movements. *Neuroreport* [online]. 1995, volume 6, issue 7, s. 997–1001. [cit. 18. 3. 2015] ISSN 0959-4965. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7632907>.

STEFAN, Katja, Leonardo G. COHEN, Julie DUQUE, Riccardo MAZZOCCHIO, Pablo CELNIK, Lumy SAWAKI, Leslie UNGERLEIDER a Joseph CLASSEN. Formation of a Motor Memory by Action Observation. *Journal of Neuroscience* [online]. 2005, volume 25,

issue 41, s. 9339–9346. [cit. 5. 4. 2015] ISSN 0270-6474. Dostupné z: doi:10.1523/JNEUROSCI.2282-05.2005.

STINEAR, Cathy M., Melanie K. FLEMING, P. Alan BARBER a Winston D. BYBLOW. 2007. Lateralization of Motor Imagery Following Stroke. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2007, volume 118, issue 8, s. 1794–1801. [cit. 4. 4. 2015] ISSN 1388-2457. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinph.2007.05.008.

STINEAR, Cathy M., Winston D. BYBLOW, Maarten STEYVERS, Oron LEVIN a Stephan P. SWINNEN. 2006. Kinesthetic, but not Visual, Motor Imagery Modulates Corticomotor Excitability. *Experimental Brain Research* [online]. 2006, volume 168, issue 1–2, s. 157–164. [cit. 17. 1. 2015] ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-005-0078-y.

STRENS, Lucy H.A., Noa FOGELSON, Paul SHANAHAN, John C. ROTHWELL a Peter BROWN. 2003. The Ipsilateral Human Motor Cortex Can Functionally Compensate for Acute Contralateral Motor Cortex Dysfunction. *Current Biology*. 2003, volume 13, issue 14, s. 1201–1205. [cit. 10. 4. 2015] ISSN 0960-9822. Dostupné z: doi:10.1016/S0960-9822(03)00453-6.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana. 2009. Léčba spasticity u chronického míšního poranění. *Neurologie pro praxi* [online]. 2009, volume 10, issue 3, s. 148–152. [cit. 5. 3. 2015] ISSN 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2009/03/04.pdf>.

TESSARI, Alessia, Raffaella RUMIATI a Patrick HAGGARD. 2002. Imitation without Awareness. *Neuroreport* [online]. 2002, volume 13, issue 18, s. 2531–2535. [cit. 3. 4. 2015] ISSN 0959-4965. Dostupné z: doi:10.1097/01.wnr.0000050203.92594.2c.

TRAVELL, Janet G., David SIMONS. 1998. *Myofascial Pain and Dysfunction: the Trigger Point Manual*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Philadelphia: Lippincott, Williams, 1998, 375 s. ISBN 06-833-0771-1.

TSUKAZAKI, Izumi, Kazumasa UEHARA, Takuya MORISHITA, Masato NINOMIYA a Kozo FUNASE. 2012. Effect of Observation Combined with motor Imagery of a Skilled Hand-motor Task on Motor Cortical Excitability: Difference between Novice and Expert. *Neuroscience Letters* [online]. 2012, volume 518, issue 2, s. 96–100. [cit. 17. 1. 2015] ISSN 0304-3940. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2012.04.061.

TUCKER, Mike a Rob ELLIS. 1998. On the Relations between Seen Objects and Components of Potential Actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* [online]. 1998, volume 24, issue 3, s. 830–846. [cit. 24. 3. 2015] ISSN 0096-1523. Dostupné z: doi:10.1037/0096-1523.24.3.830.

VÉLE, František. 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.

VILLIGER, Michael, Natalia ESTÉVEZ, Marie-Claude HEPP-REYMOND, Daniel KIPER, Spyros S. KOLLIAS, Kynan ENG, Sabina HOTZ-BOENDERMAKER a Alessio AVENANTI. 2013. Enhanced Activation of Motor Execution Networks Using Action Observation Combined with Imagination of Lower Limb Movements. *PLoS ONE* [online]. 2013, volume 8, issue 8, e72403, s. 1–11. [cit. 17. 1. 2015] ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0072403.

VILLIGER, Michael, Sanjay CHANDRASEKHARAN, Timothy N. WELSH, Louis DE BEAUMONT, Francois CHAMPOUX, Hugo THÉORET, Alessio AVENANTI. 2011. Activity of Human Motor System during Action Observation is Modulated by Object Presence. *Experimental Brain Research* [online]. 2011, volume 209, issue 1, s. 85–93. ISSN 0014-4819. [cit. 11. 5. 2014] ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-010-2522-x.

VOGT, Stefan, Franck Di RIENZO, Christian COLLET, Alan COLLINS a Aymeric GUILLOT. 2013. Multiple Roles of Motor Imagery during Action Observation. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. 2013, volume 7, s. 1–12. [cit. 7. 1. 2015] ISSN 1662-5161. Dostupné z: doi:10.3389/fnhum.2013.00807.

VRIES, Sjoerd de a Theo MULDER. 2007. Motor Imagery and Stroke Rehabilitation: a Critical Discussion. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2007, volume 39, issue 1, s. 5–13. [cit. 5. 1. 2015] ISSN 1651-2081. Dostupné z: doi:10.2340/16501977-0020.

WARRAICH, Zuha a Jeffrey A. KLEIM. 2010. Neural Plasticity: The Biological Substrate For Neurorehabilitation. *PM&R* [online]. 2010, volume 2, issue 12, s. 208–219. [cit. 9. 5. 2015]. ISSN 1934-1482. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmrj.2010.10.016.

WRIGHT, David J., Jacqueline WILLIAMS a Paul S. HOLMES. 2014. Combined Action Observation and Imagery Facilitates Corticospinal Excitability. *Frontiers in Human*

Neuroscience [online]. November 2014, volume 8, s. 1–9. [cit. 5. 1. 2015] ISSN 1662-5161. Dostupné z: doi:10.3389/fnhum.2014.00951.

YAN, Jing, Xiaoli GUO, Zheng JIN, Junfeng SUN, Liwei SHEN, Shanbao TONG, Olivier BAUD. 2012. Cognitive Alterations in Motor Imagery Process after Left Hemispheric Ischemic Stroke. *PLoS ONE* [online]. 2012, volume 7, issue 8, s. 1–12. [cit. 11. 5. 2015] ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0042922.

YE, Yu, Le MA, Tiebin YAN, Huihua LIU, Xijun WEI a Rong SONG. 2014. Kinetic Measurements of Hand Motor Impairments after Mild to Moderate Stroke Using Grip Control Tasks. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2014, volume 11, issue 1 [cit. 15. 5. 2015]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi:10.1186/1743-0003-11-84.

YUE, Guang H. a Kelly J. COLE. 1992. Strength Increases from the Motor Program: Comparison of Training with Maximal Voluntary and Imagined Muscle Contractions. *Journal of Neurophysiology*. 1992, volume 67, issue 5, s. 1114–1123. ISSN 1522-1598.

Seznam zkratk

ADL – activities of daily living, běžné denní činnosti

AO – action observation, observace pohybu

ARAT – Action Research Arm Test

BB – m. biceps brachii

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – cévní nervová soustava

ČO – čistá observace, observace napití se ze sklenice na videu

ČP – čistá představa, představa pohybu uchopení sklenice a napití se při zavřených očích bez pohybu ruky

DK – dolní končetina

EEG – elektroencefalogram

EMG – elektromyografie

fMRI – funkční magnetická rezonance

FL – m. flexor digitorum

FN – fakultní nemocnice

HK – horní končetina **HKK** – horní končetiny

KVIQ – Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire

m. – musculus

MAS – Modifikovaná Ashworth škála

MEP – motorické evokované potenciály

MI – motor imagery, představa pohybu

MIQ – Movement Imagery Questionnaire

MIQ-R – Movement Imagery Questionnaire – Revised

MIQ-RS – Movement Imagery – Revised, Second Edition

PET – pozitronová emisní tomografie

PHK – paretická horní končetina

PO – pohyb observace, pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice na videu

PP – pohyb s představou, pohyb ruky k ústům se současnou představou uchopení sklenice a napití se při zavřených očích

RÚ – ruka-ústa, prostý bezúčelný pohyb

TDMI – time-dependent motor imagery screening test

tMRI – transkraniální magnetická rezonance

TMS – transkraniální magnetická stimulace

ZHK – zdravá horní končetina

Seznam obrázků

Obrázek 1 Kvartilový krabicový graf pro čistou představu u m. trapezius před a po AO terapii	39
Obrázek 2 Kvartilový krabicový graf pro čistou představu m. flexor digitorum před AO terapií	40
Obrázek 3 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. triceps brachii srovnávající ČO a ČP s klidovou aktivitou	41
Obrázek 4 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. deltoideus srovnávající ČP s klidovou aktivitou	42
Obrázek 5 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. biceps brachii srovnávající ČP s klidovou aktivitou	43
Obrázek 6 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. trapezius srovnávající PP se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům.....	44
Obrázek 7 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. deltoideus srovnávající PP a PO se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům	45
Obrázek 8 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. deltoideus srovnávající PP se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům	46
Obrázek 9 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. biceps brachii srovnávající PP a PO se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům	47
Obrázek 10 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. extenzor digitorum srovnávající PP se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům.....	48
Obrázek 11 Kvartilový krabicový graf pro změnu svalové aktivity m. flexor digitorum srovnávající PP a PO se svalovou aktivitou při prostém pohybu ruky k ústům.....	49
Obrázek 12 Kvartilový krabicový graf pro změnu času čisté představy mezi paretickou a neparetickou HK.....	51
Obrázek 13 Krabicový graf pro změnu času pohybu s představou mezi paretickou a neparetickou HK.....	52
Obrázek 14 Krabicový graf pro výsledky ARAT testu před a po AO terapii.....	53
Obrázek 15 Krabicový graf pro výsledky MIQ-RS před a po AO terapii	54
Obrázek 16 Spearmanova korelace výsledků po terapii ARAT testu a časového rozdílu v čisté představě zdravé a paretické končetiny	106

Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika sledovaného souboru	32
Tabulka 2 Rozdíl časů mezi paretickou a zdravou HK při pohybech s představou.....	50
Tabulka 3 Výsledky modifikované Ashworth škály před a po terapii.....	105
Tabulka 4 Spearmanova korelace výsledků po terapii ARAT testu a časového rozdílu v čisté představě zdravé a paretické končetiny	106

Seznam příloh

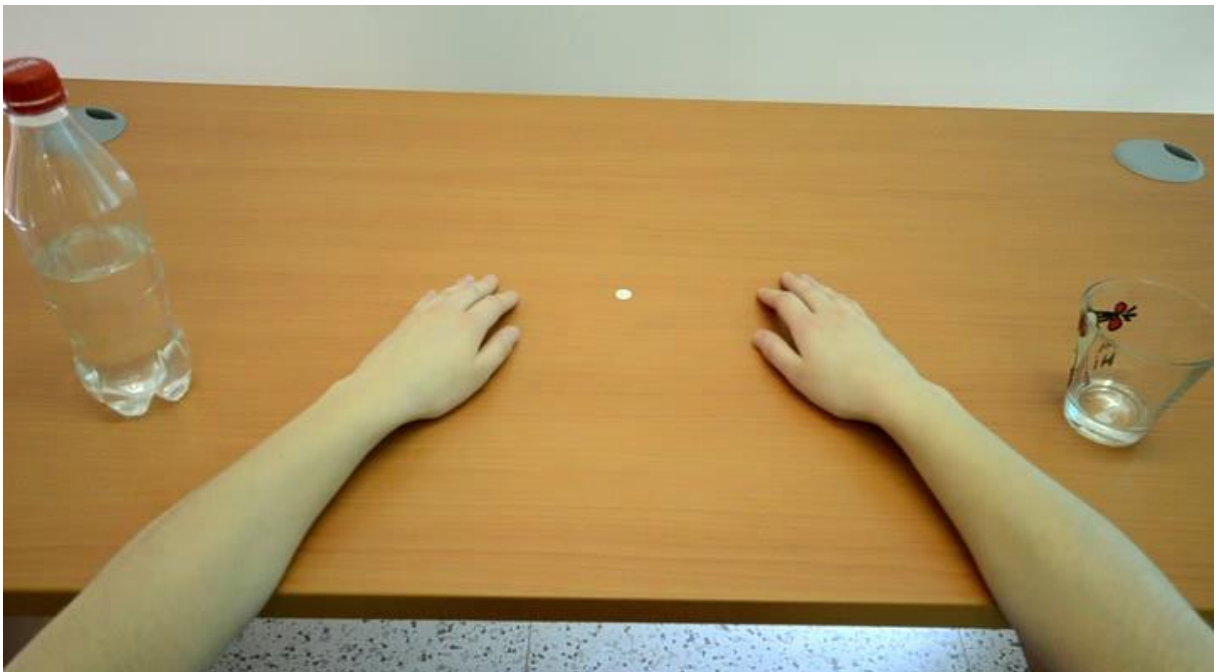
Příloha 1 Příklad perspektivy první a třetí osoby	90
Příloha 2 MIQ-RS originální anglická verze.....	91
Příloha 3 MIQ-RS český překlad	94
Příloha 4 Mini Mental State Exam	96
Příloha 5 Informovaný souhlas pacienta	97
Příloha 6 Action Research Arm Test.....	98
Příloha 7 Ukázka EMG měření	98
Příloha 8 Přehled a ukázka činností používaných v AO terapii	100
Příloha 9 Statistický přehled EMG normalizovaných hodnot všech svalů v měřených aktivitách	101
Příloha 10 Ověření změny spasticity m. biceps brachii a m. flexor digitorum	105
Příloha 11 Korelace ARAT skóre a časového rozdílu v čisté představě mezi neparetickou a paretickou horní končetinou	106

Přílohy

Příloha 1 Příklad perspektivy první a třetí osoby



Perspektiva třetí osoby



Perspektiva první osoby

Příloha 2 MIQ-RS originální anglická verze

Kinesthetic Imagery Scale

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Visual Imagery Scale

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

1. Starting Position: Stand with your feet and legs together and your arms at your sides.

Action: Raise your one knee as high as possible so that you are standing on one leg with your other leg flexed (bent) at the knee. Now lower your leg so that you are again standing on two feet.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

2. Starting Position: While sitting, put your hand on your lap and make a fist.

Action: Raise your hand above your head until your arm is fully extended, keeping your fingers in a fist. Next, lower your hand back to your lap while maintaining a fist.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

3. Starting Position:

Extend your arm straight out to your side so that it is parallel to the ground, with your fingers extended and your palm down. Move your arm forward until it is directly in front of your body (still parallel to the ground). Keep your arm extended during the movement and make the movement slowly. Now move your arm back to the starting position, straight out to your side.

Action:

Mental task:

Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

4. Starting Position: Stand with your arms fully extended above your head.

Action: Slowly bend forward at the waist and try and touch your toes with your fingertips. Now return to the starting position, standing erect with your arms extended above your head.

Mental task:

Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

5. Starting Position:

Put your hand in front of you about shoulder height as if you are about to push open a swinging door. Your fingers should be pointing upwards.

Action: Extend your arm fully as if you are pushing open the door, keeping your fingers pointing upwards. Now let the swinging door close by returning your hand and arm to the starting position.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

6. Starting Position: While sitting, put your hand in your lap. Pretend you see a drinking glass on a table directly in front of you.

Action: Reach forward, grasp the glass and lift it slightly off the table. Now place it back on the table and return your hand to your lap.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

7. Starting Position: Your hand is at your side. Pretend there is a door in front of you that is closed.

Action: Reach forward, grasp the door handle and pull open the door. Now gently shut the door, let go of the door handle and return your arm to your side.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty

with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

8. Starting Position: Stand with your feet and legs together and your arms at your sides.

Action: Raise your one knee as high as possible so that you are standing on one leg with your other leg flexed (bent) at the knee. Now lower your leg so that you are again standing on two feet.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

9. Starting Position: While sitting, put your hand on your lap and make a fist.

Action: Raise your hand above your head until your arm is fully extended, keeping your fingers in a fist. Next, lower your hand back to your lap while maintaining a fist.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

10. Starting Position: Extend your arm straight out to your side so that it is parallel to the ground, with your fingers extended and your palm down.

Action: Move your arm forward until it is directly in front of your body (still parallel to the ground). Keep your arm extended during the movement and make the movement slowly. Now move your arm back to the starting position, straight out to your side.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

11. Starting Position: Stand with your arms fully extended above your head.

Action: Slowly bend forward at the waist and try and touch your toes with your fingertips. Now return to the starting position, standing erect with your arms extended above your head.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

12. Starting Position: Put your hand in front of you about shoulder height as if you are about to push open a swinging door. Your fingers should be pointing upwards.

Action: Extend your arm fully as if you are pushing open the door, keeping your fingers pointing upwards. Now let the swinging door close by returning your hand and arm to the starting position.

Mental task: Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to feel	Hard to feel	Somewhat hard to feel	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to feel	Easy to feel	Very easy to feel

Rating: _____

13. Starting Position: While sitting, put your hand in your lap. Pretend you see a drinking glass on a table directly in front of you.

Action: Reach forward, grasp the glass and lift it slightly off the table. Now place it back on the table and return your hand to your lap.

Mental Task: Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

14. Starting Position: Your hand is at your side. Pretend there is a door in front of you that is closed.

Action: Reach forward, grasp the door handle and pull open the door. Now gently shut the door, let go of the door handle and return your arm to your side.

Mental Task: Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

Rating: _____

Příloha 3 MIQ-RS český překlad

- 1. Východí poloha:** stoj spatný, ruce podél těla.

Pohyb: Postavte se na 1. dolní končetinu, na druhé zvedněte koleno co nejvýše. Pomalu pokládejte nohu zpět a postavte se znovu na obě končetiny.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 2. Východí poloha:** sed na židli, ruka v klíně se sevřenou pěstí.

Pohyb: Stále se zatáto pěstí zvedněte ruku co nejvíce nad hlavu (do vzpažení). Pomalu vraťte končetinu zpět do klína.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 3. Východí poloha:** upažte 1. horní končetinu, natažené prsty, dlaň otočená k podlaze.

Pohyb: Pomalu nataženou končetinou pohybujte do předpažení a pomalu vraťte zpátky.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 4. Východí poloha:** stoj s oběma horními končetinami vzpaženými.

Pohyb: Pomalu se předkloněte a snažte se dotknout podlahy špičkami prstů.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 5. Východí poloha:** ruka před ramenem, dlaní dopředu (jako když chcete odtlačit dveře).

Pohyb: Natahněte ruku do předpažení, jako byste odtlačovali rukou dveře (dlaň je stále přitlačena, jakoby se o ně opírala). Pomalu vraťte končetinu do východí polohy.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 6. Východí poloha:** sed na židli s rukama v klíně. Představte si, že před vámi leží sklenice s vodou.

Pohyb: Uchopte imaginární sklenici, zvedněte ji ze stolu směrem k sobě. Vraťte jí zpět a ruku položte opět do klína.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 7. Východí poloha:** stoj s rukama podél těla. Představte si, že jsou před vámi zavřené dveře.

Pohyb: Sáhnete po imaginární klice a otevřete dveře směrem k sobě. Pomalu dveře opět zavřete a vraťte končetinu k tělu.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké
- 8. Východí poloha:** stoj spatný, ruce podél těla.

Pohyb: Postavte se na 1. dolní končetinu, na druhé zvedněte koleno co nejvýše. Pomalu pokládejte nohu zpět a postavte se znovu na obě končetiny.

Úkol: zaujměte východí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejvíce procílit. Označte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké

9. Výchozí poloha: sed na židli, ruka v klíně se sevřenou pěstí.

Pohyb: Stále se zatáto pěstí zvedněte ruku co nejvíce nad hlavu (do vzpažení). Pomalu vratte končetinu zpět do klína.

Úkol: zaujměte výchozí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se ho co nejvíce procítit. Označujte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké

10. Výchozí poloha: upažte 1 horní končetinu, natažené prsty, dlaň otočená k podlaze.

Pohyb: Pomalu nataženou končetinou pohybujte do předpažení a pomalu vracejte zpátky.

Úkol: zaujměte výchozí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejživější a nejostřejší obraz představ. Označujte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké

11. Výchozí poloha: stoj s oběma horními končetinami vzpaženými.

Pohyb: Pomalu se předkloňte a snažte se dotknout podlahy špičkami prstů.

Úkol: zaujměte výchozí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se ho co nejvíce procítit. Označujte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké

12. Výchozí poloha: ruka před ramenem, dlaní dopředu (jako když chcete odtlačit dveře).

Pohyb: Natahněte ruku do předpažení, jako byste odtlačovali rukou dveře (dlaň je stále přitážená, jakoby se o ně opírala). Pomalu vratte končetinu do výchozí polohy.

Úkol: zaujměte výchozí polohu. Nyní si představte, že stejný pohyb provádíte ve své mysli a snažte se ho co nejvíce procítit. Označujte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

13. Výchozí poloha: sed na židli s rukama v klíně. Představte si, že před vámi leží sklenice s vodou.

Pohyb: Uchopte imaginární sklenici, zvedněte jí ze stolu směrem k sobě. Vratte jí zpět a ruku položte opět do klína.

Úkol: zaujměte výchozí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejživější a nejostřejší obraz představ. Označujte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké

14. Výchozí poloha: stoj s rukama podél těla. Představte si, že jsou před vámi zavřené dveře.


Pohyb: Sáhnete po imaginární klice a otevřete dveře směrem k sobě. Pomalu dveře opět zavřete a vratte končetinu k tělu.

Úkol: zaujměte výchozí polohu. Nyní si představte sami sebe, jak tento pohyb provádíte. Snažte se o co nejživější a nejostřejší obraz představ. Označujte náročnost úkolu na stupnici:

1	2	3	4	5	6	7
Velmi těžké	Těžké	Spíše těžké	Normální	Spíše lehké	Velmi lehké	lehké

Příloha 4 Mini Mental State Exam

Test kognitivních funkcí-Mini Mental State Exam (MMSE)

Oblast hodnocení:	Max.skóre:
<p>1.Orientace: Položte nemocnému 10 otázek. Za každou správnou odpověď započítejte 1 bod.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Který je teď rok? - Které je roční období? - Můžete mi říci dnešní datum? - Který je den v týdnu? - Který je teď měsíc? - Ve kterém jsme státě? - Ve které jsme zemi? - Ve kterém jsme městě? - Jak se jmenuje tato nemocnice?(toto oddělení?,tato ordinace?) - Ve kterém jsme poschodí?(pokoji?) 	<p>1 1 1 1 1 1 1 1 1 1</p>
<p>2.Paměť: Vyšetřující jmenuje 3 libovolné předměty(nejlépe z pokoje pacienta-například židle,okno,tužka)a vyzve pacienta,aby je opakoval. Za každou správnou odpověď je dán 1 bod</p>	3
<p>3.Pozornost a počítání: Nemocný je vyzván aby odečítal 7 od čísla 100 a to 5 krát po sobě. Za každou správnou odpověď je 1 bod.</p>	5
<p>4.Krátkodobá paměť (=výbavnost): Úkol zopakovat 3 dříve jmenovaných předmětů (viz bod 2.)</p>	3
<p>5.Řeč,komunikace a konstrukční schopnosti: (správná odpověď nebo splnění úkolů = 1 bod) Ukažte nemocnému dva předměty (př.tužka,hodinky) a vyzvěte ho aby je pojmenoval. Vyzvěte nemocného aby po vás opakoval:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Žádná ale - Jestliže - Kdyby <p>Dejte nemocnému třístupňový příkaz: „Vezměte papír do pravé ruky,přeložte ho na půl a položte jej na podlahu.“ Dejte nemocnému přečíst papír s nápisem „Zavřete oči“. Vyzvěte nemocného,aby napsal smysluplnou větu (obsahující podmět a přísudek, která dává smysl) Vyzvěte nemocného,aby na zvláštní papír nakreslil obrazec podle předlohy.1 bod jsou li zachovány všechny úhly a protnutí vytváří čtyřúhelník.</p>	<p>2 1 1 1 1</p>
	
<p>Hodnocení: 00 – 10 bodů těžká kognitivní porucha 11 – 20 bodů středně těžká kognitivní porucha 21 – 23 bodů lehká kognitivní porucha 24 – 30 bodů pásmo normálu</p>	

Příloha 5 Informovaný souhlas pacienta



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Etická komise

Tř. Svobody 8, 771 11 Olomouc

Tel./fax: +420 585 632 858, E-mail: lenka.stloukalova@upol.cz

Informovaný souhlas

pro výzkumný projekt: Observace pohybu v rámci fyzioterapie pacientů po cévní mozkové příhodě
období realizace: září 2014 – duben 2015

řešitelé projektu: Bc. Martina Kryptová, pod vedením Mgr. Barbory Kolářové, PhD.

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je přezkoumání vlivu videoterapie v rehabilitaci na funkci horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě. Měření funkce horní končetiny je provedeno snímáním aktivity svalů pomocí přístroje Noraxon TeleMyo 2400T G2. Díky účasti na projektu získáte terapii za pomoci videa nad rámec rehabilitace během hospitalizace na lůžkovém oddělení. Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení

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

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

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

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____

_____ V _____, dne: _____

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu (zákonného zástupce): _____

_____ V _____, dne: _____

Příloha 6 Action Research Arm Test

Scoreform ARA test

Name patient :
 Date of birth :
 File number :
 Paretic side :
 Test date :
 Name rater :

A. Subtest 'five-finger-grip'

test:	time:	cut-off point right / left	score:
1. Block 10 cm (if score = 3 then total A = 18; go to subtest B)		4.1 / 4.3 sec	
2. Block 2,5 cm (if score = 0 then total A = 0; go to subtest B)		3.5 / 3.6 sec	
3. Block 5 cm		3.5 / 3.6 sec.	
4. Block 7,5 cm		3.8 / 3.9 sec.	
5. Ball		3.7 / 3.9 sec.	
6. Metal rectangle		3.5 / 3.8 sec.	
TOTAL A:			

B. Subtest 'cylindrical-grasp'

test:	time:	cut-off point right / left	score:
1. Cup with water (if score = 3 then total B = 12; go to subtest C)		7.8 / 7.9 sec	
2. Tube 2,5 cm (if score = 0 then total B = 0; go to subtest C)		4.1 / 4.2 sec	
3. Tube 1 cm		4.1 / 4.4 sec.	
4. Ring (3,5 cm) with synthetic hold		3.9 / 4.1 sec.	
TOTAL B:			

C. Subtest 'pincer-grip'

test:	time:	cut-off point right / left	score:
1. Ball bearing 6 mm (thumb-ring finger) (if score = 3 then total C = 18; go to subtest D)		4.4 / 4.5 sec	
2. Marble 1,5 cm (thumb-index finger) (if score = 0 then total C = 0; go to subtest D)		3.7 / 3.9 sec	
3. Marble 1,5 cm (thumb-middle finger)		3.8 / 3.9 sec.	
4. Marble 1,5 cm (thumb-ring finger)		3.8 / 4.2 sec.	
5. Ball bearing 6 mm (thumb-index finger)		3.8 / 4.2 sec.	
6. Ball bearing 6 mm (thumb-middle finger)		4.0 / 4.1 sec.	
TOTAL C:			

D. Subtest 'gross movements'

test:	time:	cut-off point right / left	score:
1. Hand - back of the head (if score = 3 then total D = 9; end test)		2.6 / 2.8 sec	
2. Hand - mouth (if score = 0 then total D = 0; end test)		2.4 / 2.5 sec	
3. Hand - top of the head		2.6 / 2.8 sec.	
TOTAL D:			
TOTAL SCORE ON THE ARA TEST (maximum score = 57):			

Příloha 7 Ukázka EMG měření

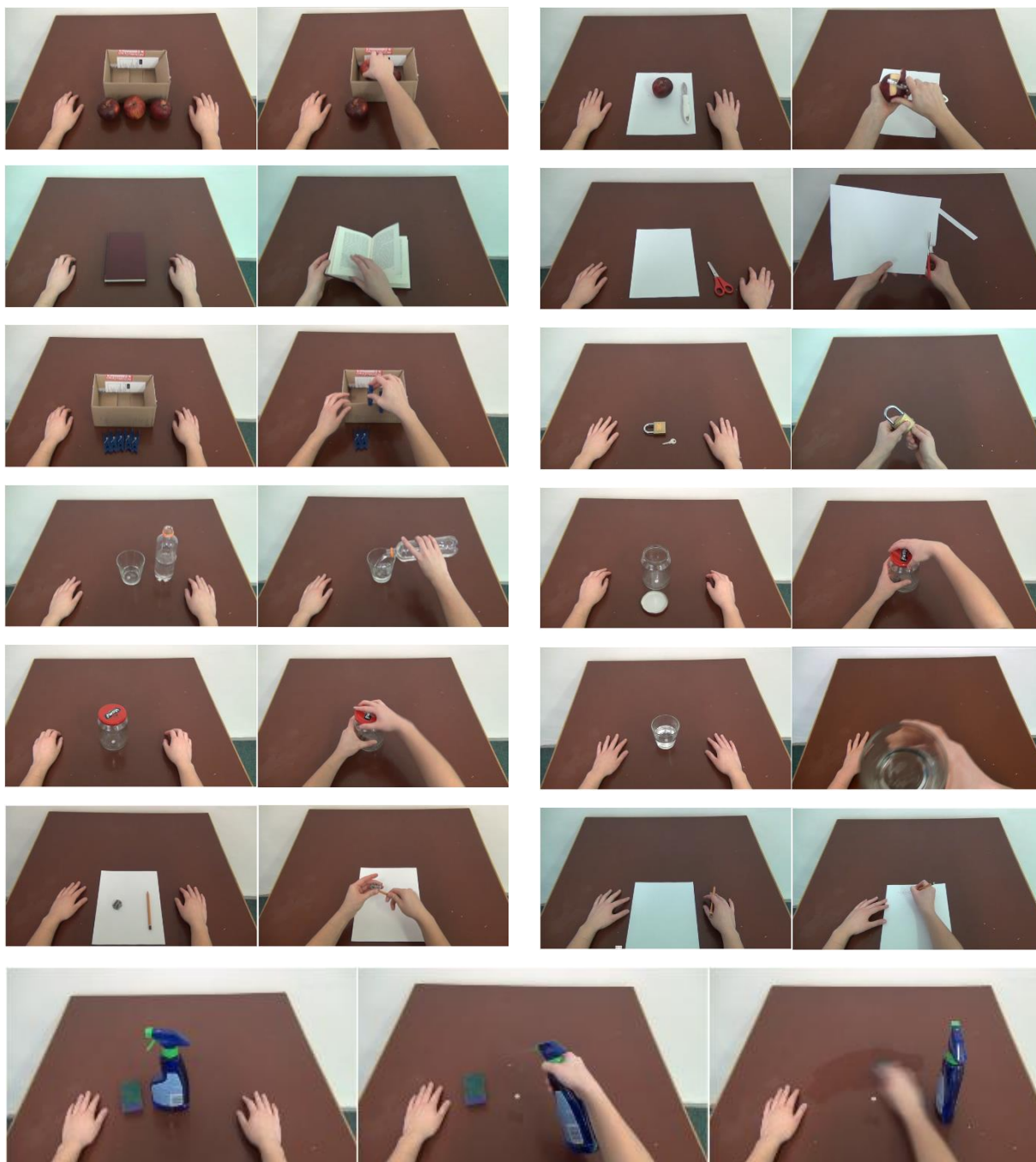


EMG měření – Čistá observace



EMG měření – Pohyb s observací

Příloha 8 Přehled a ukázka činností používaných v AO terapii



Příloha 9 Statistický přehled EMG normalizovaných hodnot všech svalů v měřených aktivitách

M. TRAPEZIUS Paretická	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	107,56	106,45	31,88	194,88
ČO 2	94,82	78,87	37,20	181,62
ČP 1	89,15	97,4	25,8	151,04
ČP 2	97,56	85,54	49,27	195,24
PO 1	102,43	101,25	73,72	139,45
PO 2	104,99	103,4	80,36	142,88
PP 1	109,67	103,68	101,12	141,96
PP 2	109,05	105,45	90,11	150,21

M. TRAPEZIUS Zdravá	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	274,49	94,08	69,8	1510,46
ČO 2	311,6	119,55	20,11	1371,19
ČP 1	304,76	115,66	71,64	1533,87
ČP 2	326,03	125,01	21,50	1350,76
PO 1	100,46	93,10	83,78	127,99
PO 2	101,62	103,11	73,74	118,66
PP 1	111,03	107,82	90,23	133,33
PP 2	111,56	110,7	90,96	124,4

M. DELTOIDEUS Paretická	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	113,06	77,81	48,28	418,94
ČO 2	117,39	107,45	61,19	190,17
ČP 1	130	103,09	390,88	64,62
ČP 2	160,18	125,47	99,63	349,12
PO 1	107,62	110,39	76,82	147,64
PO 2	122,46	114,63	90,23	191,43
PP 1	111,48	110,09	86,09	143,37
PP 2	122,97	113,04	88,2	177,55

Legenda: ČO 1 – čistá observace před terapií, ČO 2 – čistá observace po terapii, ČP 1 – čistá představa před terapií, ČP2 – čistá představa po terapii, PO 1 – pohyb s observací před terapií, PO 2 – pohyb s observací po terapii, PP 1 – pohyb s představou před terapií, PP 2 – pohyb s představou po terapii. Uvedené hodnoty jsou % vyjádření svalové aktivity vzhledem ke klidu (u ČO, ČP) nebo prostému pohybu ruky k ústům (u PO, PP).

M. DELTOIDEUS Zdravá	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	196,42	148,07	76,37	519,62
ČO 2	309,64	126,22	61,29	956,58
ČP 1	317,65	138,0	85,34	1244,83
ČP 2	340,03	163,06	66,02	1136,35
PO 1	108,79	108,03	91,49	128,91
PO 2	117,70	114,61	83,31	153,44
PP 1	108,26	109,76	95,26	121,92
PP 2	122,04	121,8	79,47	161,11

M. TRICEPS BRACHII Paretická	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	162,15	124,30	74,05	314,61
ČO 2	128,81	122,80	86,81	190,1
ČP 1	185,16	149,73	50,64	350,55
ČP 2	147,32	151,90	84,22	211,33
PO 1	88,82	93,90	41,54	111,24
PO 2	88,97	91,30	51,60	123,28
PP 1	82,74	89,68	50,38	108,46
PP 2	88,91	86,97	57,92	132,04

M. TRICEPS BRACHII Zdravá	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	875,29	112,85	35,97	7606,08
ČO 2	125,14	106,35	22,73	421,19
ČP 1	679,25	111,53	33,68	5623,36
ČP 2	143,73	107,62	17,04	414,38
PO 1	96,44	102,09	52,27	134,34
PO 2	83,11	79,86	54,18	115,08
PP 1	93,72	95,26	61,89	140,74
PP 2	88,91	86,97	57,92	132,04

Legenda: ČO 1 – čistá observace před terapií, ČO 2 – čistá observace po terapii, ČP 1 – čistá představa před terapií, ČP 2 – čistá představa po terapii, PO 1 – pohyb s observací před terapií, PO 2 – pohyb s observací po terapii, PP 1 – pohyb s představou před terapií, PP 2 – pohyb s představou po terapii. Uvedené hodnoty jsou % vyjádření svalové aktivity vzhledem ke klidu (u ČO, ČP) nebo prostému pohybu ruky k ústům (u PO, PP).

M. BICEPS BRACHII Paretická	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	108,57	89,36	59,87	240,75
ČO 2	113,85	110,84	75,54	167,97
ČP 1	140,84	125,86	58,61	298,58
ČP 2	138,90	119,52	100,99	263,65
PO 1	79,15	78,19	45,52	109,54
PO 2	75,61	68,78	45,20	135,55
PP 1	81,35	88,30	47,09	96,53
PP 2	78,80	79,77	57,00	105,09

M. BICEPS BRACHII Zdravá	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	159,29	111,92	77,61	578,22
ČO 2	143,40	107,26	63,69	291,91
ČP 1	163,58	122,62	69,39	549,43
ČP 2	181,81	171,43	49,73	340,48
PO 1	72,38	65,52	45,98	102,97
PO 2	67,37	71,10	18,71	115,54
PP 1	79,12	79,64	52,90	102,38
PP 2	75,93	77,91	30,94	112,87

M. EXTENSOR DIGITORUM Paretická	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	90,34	82,79	48,99	184,38
ČO 2	118,12	104,87	67,24	257,83
ČP 1	99,92	85,86	54,77	194,76
ČP 2	110,09	112,36	27,98	154,23
PO 1	91,86	101,30	35,56	158,45
PO 2	78,60	63,77	41,69	142,78
PP 1	90,62	92,57	36,33	150,83
PP 2	76,19	70,76	47,60	122,63

Legenda: ČO 1 – čistá observace před terapií, ČO 2 – čistá observace po terapii, ČP 1 – čistá představa před terapií, ČP2 – čistá představa po terapii, PO 1 – pohyb s observací před terapií, PO 2 – pohyb s observací po terapii, PP 1 – pohyb s představou před terapií, PP 2 – pohyb s představou po terapii. Uvedené hodnoty jsou % vyjádření svalové aktivity vzhledem ke klidu (u ČO, ČP) nebo prostému pohybu ruky k ústům (u PO, PP).

M. EXTENSOR DIGITORUM Zdravá	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	738,22	101,79	53,74	6172,04
ČO 2	118,72	117,52	79,11	188,58
ČP 1	733,55	106,22	39,36	6120,36
ČP 2	141,63	111,71	66,58	421,78
PO 1	82,83	70,62	54,73	145,12
PO 2	76,55	79,35	36,02	117,08
PP 1	82,01	78,72	50,08	128,23
PP 2	81,48	84,85	47,52	105,43

M. FLEXOR DIGITORUM Paretická	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	126,87	94,88	59,03	307,33
ČO 2	123,62	117,59	58,42	221,77
ČP 1	114,50	102,68	60,63	192,9
ČP 2	158,02	127,51	52,87	532,8
PO 1	91,99	90,37	28,40	170,6
PO 2	68,49	59,07	34,27	123,04
PP 1	75,19	74,52	24,05	132,61
PP 2	69,08	60,15	41,32	127,7

M. FLEXOR DIGITORUM Zdravá	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
ČO 1	204,62	125,92	43,06	408,73
ČO 2	90,15	74,63	17,48	261
ČP 1	247,54	163,16	59,93	554,33
ČP 2	130,56	85,50	19,47	600,42
PO 1	73,16	71,28	19,91	176,97
PO 2	65,49	62,05	39,03	102,04
PP 1	66,94	66,80	24,61	107,8
PP 2	71,22	65,83	46,76	106,33

Legenda: ČO 1 – čistá observace před terapií, ČO 2 – čistá observace po terapii, ČP 1 – čistá představa před terapií, ČP2 – čistá představa po terapii, PO 1 – pohyb s observací před terapií, PO 2 – pohyb s observací po terapii, PP 1 – pohyb s představou před terapií, PP 2 – pohyb s představou po terapii. Uvedené hodnoty jsou % vyjádření svalové aktivity vzhledem ke klidu (u ČO, ČP) nebo prostému pohybu ruky k ústům (u PO, PP).

Příloha 10 Ověření změny spasticity m. biceps brachii a m. flexor digitorum

V rámci klinického vyšetření před měřením byla hodnocena spasticita pomocí modifikované Asworth škály pro svaly m. biceps brachii a m. flexor digitorum. Vzhledem k velké subjektivitě vyšetření jejich výsledky nebyly nakonec pro účely této práce vhodné. V obou případech byly hodnoty normálově rozložené, k analýze byl tedy použit parametrický Studentův t-test pro závislé vzorky, kdy vyšlo $p = 0,167$ pro m. biceps brachii a $p = 0,052$ pro m. flexor digitorum. Oba svaly tedy nevykazují signifikantní změnu spasticity po terapii.

Tabulka 3 Výsledky modifikované Ashworth škály před a po terapii

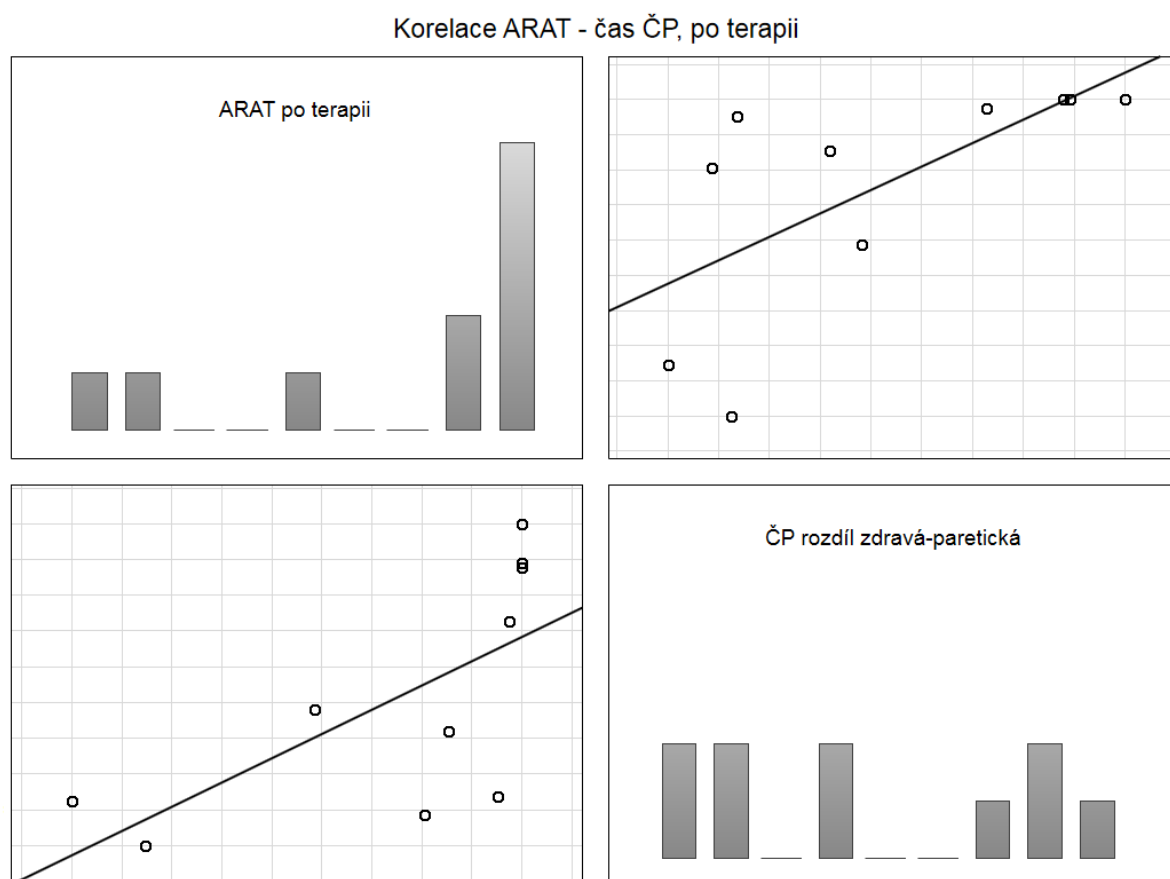
Proband	MAS BB před	MAS BB po	MAS FL před	MAS FL po
1	0	0	0	0
2	2	2	2	2
3	1+	1	1+	1
4	2	1+	1+	1
5	2	2	3	2
6	1+	1+	2	1+
7	1	1	1	1
8	0	0	0	0
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

Legenda: BB – m. biceps brachii, FL – m. flexor digitorum

Z Tabulky 3 vyplývá, že modus pro m. biceps brachii před terapií je 1 v obou případech, s četností 3 před terapií a s četností 4 po terapii. Minimum i maximum se shodují před i po terapii a to 0 a 2. Obdobně je tomu u m. flexor digitorum, kdy modus je 1 u 3 probandů před terapií a u 5 probandů po terapii. Minimum je opět 0 a maximální dosažená hodnota je 3 před terapií a 2 po terapii.

Příloha 11 Korelace ARAT skóre a časového rozdílu v čisté představě mezi neparetickou a paretickou horní končetinou

Korelace jsou znázorněny v histogramech a korelačních grafech na následujícím obrázku 16, signifikance a výsledek Spearmanovy korelace jsou v tabulce 4.



Obrázek 16 Spearmanova korelace výsledků po terapii ARAT testu a časového rozdílu v čisté představě zdravé a paretické končetiny

Legenda: ČP – čistá představa.

Tabulka 4 Spearmanova korelace výsledků po terapii ARAT testu a časového rozdílu v čisté představě zdravé a paretické končetiny

Spearmanovy korelace (Statistika) ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hl. $p < ,05000$		
Proměnná	ARAT po	změna ČP ZP 2
ARAT po	1,000000	0,852825
změna ČP ZP 2	0,852825	1,000000

Legenda: ČP – čistá představa, ZP 2 – rozdíl mezi zdravou a paretickou horní končetinou při měření po terapii.