

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

**OBSERVACE A PŘEDSTAVA POHYBU V TERAPII
NEUROLOGICKY NEMOCNÝCH**

Diplomová práce

Autor: Bc. Pavlína Habermannová

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

Olomouc 2014

ANOTACE

Název práce v ČJ:	Observace a představa pohybu v terapii neurologicky nemocných
Název práce v AJ:	Observation and imagery of movement in therapy of neurological patients
Datum zadání:	2013-01-28
Datum odevzdání:	2014-05-16
Autor práce:	Bc. Pavlína Habermannová
Vedoucí práce:	Mgr. Barbora Kolářová, Ph.D.
Oponent práce:	Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.
Instituce:	Ústav fyzioterapie, Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci
Abstrakt v ČJ:	

Tato práce se zabývá představou a observací pohybu, jako přídatnou technikou neurorehabilitace, u pacientů po cévní mozkové příhodě s cílem zlepšit motorickou aktivitu paretické horní končetiny. Pomocí povrchové elektromyografie zkoumá zapojení svalů během reálného, představovaného i pozorovaného pohybu u skupiny pacientů a zdravé kontrolní skupiny. Zkoumá také vliv observační terapie u hemiparetických pacientů.

Abstrakt v AJ:

This work deals with imagery and observation of movement, as additive technique of neurorehabilitation in patients after stroke to improve motor activity of paretic upper limb. Using surface electromyography examines involvement of muscles during real, imagined and observed movement in a group of patients and healthy control group. It also explores the influence of Action observation therapy in hemiparetic patients.

Klíčová slova: představa pohybu, pozorování pohybu, terapie pozorováním pohybu, hemiparetická horní končetina

Key words: motor imagery, action observation, Action observation therapy, hemiparetic upper limb

Počet stran: 102 stran; 19 stran přílohy

Místo zpracování: Olomouc

Místo odevzdání: Ústav fyzioterapie, FZV UP – sekretariát/děkanát

Děkuji Mgr. Barboře Kolářové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky k diplomové práci.

Chtěla bych poděkovat personálu oddělení lůžkové rehabilitace Fakultní nemocnice Olomouc za jejich pomoc a ochotu při realizaci výzkumného měření.

Dále děkuji Pavlovi Přichystalovi za organizaci a realizaci natáčení videa, které bylo použito pro terapii pacientů.

Velké díky patří všem probandům za ochotu, trpělivost a spolupráci při účasti na praktické části této práce.

Děkuji Mgr. Dagmar Tečové za pomoc a rady při statistickém zpracování dat.

V neposlední řadě děkuji své rodině za morální podporu během studia.

Tato práce vznikla za přispění grantu FZV_2013_001 s názvem "Představa a observace funkčních pohybů v obraze povrchové elektromyografie".

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením
Mgr. Barbory Kolářové, Ph.D. a uvedla všechny použité literární a elektronické zdroje.

V Olomouci dne 14. května 2014

.....

OBSAH

ÚVOD	9
1 PŘEDSTAVA POHYBU	11
1.1 DEFINICE MOTOR IMAGERY	12
1.2 AKTIVITA CENTRÁLNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU BĚHEM MOTOR IMAGERY	13
1.2.1 Aktivita kortikálních oblastí.....	14
1.2.2 Aktivita subkortikálních oblastí	16
1.3 AKTIVITA AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU PŘI MOTOR IMAGERY	17
1.4 ELEKTROMYOGRAFICKÁ AKTIVITA PŘI MOTOR IMAGERY	17
1.5 VIZUÁLNÍ A KINESTETICKÉ ASPEKTY MOTOR IMAGERY	20
1.5.1 Vizuální představa.....	20
1.5.2 Kinestetická představa	21
1.6 PERSPEKTIVA PŘI MOTOR IMAGERY	22
1.6.1 1. perspektiva	22
1.6.2 3. perspektiva	23
2 OBSERVACE POHYBU	24
2.1 DEFINICE ACTION OBSERVATION	24
2.2 AKTIVITA CENTRÁLNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU PŘI ACTION OBSERVATION.....	25
2.2.1 Mirror neuron system.....	27
2.2.1.1 Charakteristika mirror neuronů.....	27
2.2.1.2 Lokalizace mirror neuron systému	27
2.2.1.3 Funkce mirror neurons.....	28
2.3 PERSPEKTIVA PŘI ACTION OBSERVATION.....	29
2.3.1 1. perspektiva	29
2.3.2 3. perspektiva	30
3 MOŽNOSTI HODNOCENÍ MOTOR IMAGERY A ACTION OBSERVATION	31
3.1 ZOBRAZOVACÍ METODY	31
3.2 DOTAZNÍKY.....	32
3.2.1 Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke.....	33
3.3 MOTOR IMAGERY INDEX	34
4 CÍLE A HYPOTÉZY	35
4.1 CÍL PRÁCE	35
4.2 VĚDECKÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	35
5 METODIKA	38
5.1 CHARAKTERISTIKA TESTOVANÝCH SUBJEKTŮ	38
5.2 REALIZACE EXPERIMENTU.....	39
5.2.1 Klinické testy	39
5.2.1.1 Action Research Arm Test.....	39

5.2.1.2	Modifikovaná Ashwortova škála	39
5.2.1.3	Mini Mental State Examination	40
5.2.2	Elektromyografické měření	40
5.2.2.1	Příprava probandů	40
5.2.2.2	Výchozí pozice	40
5.2.2.3	Průběh měření na elektromyografu	41
5.2.3	Průběh terapie observací	42
5.3	ZPRACOVÁNÍ DAT	42
5.3.1	Popis zpracování naměřených dat	42
5.3.2	Statistické zpracování dat	43
6	VÝSLEDKY	44
6.1	VÝSLEDKY K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 1	44
6.1.1	Vyjádření k hypotézám na základě statistického hodnocení ..	44
6.2	VÝSLEDKY K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 2	47
6.2.1	Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení ..	48
6.3	VÝSLEDKY K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 3	50
6.3.1	Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení ..	51
6.4	VÝSLEDKY K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 4	52
6.4.1	Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení ..	53
6.5	VÝSLEDKY K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 5	55
6.5.1	Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení ..	55
7	DISKUZE	57
7.1	CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA A MOTORICKÉ POŠKOZENÍ HORNÍ KONČETINY	57
7.2	MOTOR IMAGERY TERAPIE	58
7.3	ACTION OBSERVATION TERAPIE	62
7.4	MOTOR IMAGERY, ACTION OBSERVATION A REÁLNÝ POHYB	65
7.4.1	Reálný pohyb při action observation	66
7.5	IZOCHRONIE MOTOR IMAGERY, ACTION OBSERVATION A REÁLNÉHO VÝKONU POHYBU	67
7.6	DISKUZE K VÝSLEDKŮM	69
7.6.1	Diskuze k vědecké otázce č. 1	69
7.6.1.1	Diskuze k hypotézám H_{01} , H_{02} a H_{03}	69
7.6.2	Diskuze k vědecké otázce č. 2	70
7.6.2.1	Diskuze k hypotézám H_{04} , H_{05} a H_{06}	70
7.6.3	Diskuze k vědecké otázce č. 3	71
7.6.3.1	Diskuze k hypotézám H_{07} , H_{08} a H_{09}	71
7.6.4	Diskuze k vědecké otázce č. 4	72
7.6.4.1	Diskuze k hypotézám H_{010} , H_{011} a H_{012}	72
7.6.5	Diskuze k vědecké otázce č. 5	73
7.6.5.1	Diskuze k hypotézám H_{013} , H_{014} a H_{015}	73
7.7	PŘÍNOS PRO PRAXI	74
7.8	LIMITY STUDIE	74
	ZÁVĚR	76

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	97
SEZNAM OBRÁZKŮ	99
SEZNAM TABULEK	100
SEZNAM GRAFŮ	101
SEZNAM PŘÍLOH	102
PŘÍLOHY	103

ÚVOD

Cévní mozková příhoda (CMP) je jedna z nejrozšířenějších neurologických poruch na světě, postihující milióny lidí, především starší populaci. Motorické poškození je handicapujícím postižením, spojeným s CMP, a proto je rehabilitace motorických funkcí základní součástí každého terapeutického přístupu. I když pacienti po terapii často získají některou ze svých ztracených funkcí, většina z nich zůstává chronicky poškozená. Mezi základní funkční deficit lze zařadit omezení plné využitelnosti paretické horní končetiny. Používání rukou hraje u člověka klíčovou roli pro většinu sociálních a kognitivních funkcí, zahrnujících komunikaci a velké množství základních manipulačních činností, jako je příjem potravy, pití, oblékání, psaní, nespočet sportů a volnočasových aktivit atd. Tyto aktivity vyžadují koordinaci mnoha kloubů a zahrnují muskuloskeletální a nervový systém. Fyzické postižení horní končetiny pak může podstatně ovlivňovat kvalitu života. V poslední době se do terapeutického povědomí stále více dostává možnost využití představy a observace pohybu, která by mohla napomoci funkční obnově následků nejen mozkového infarktu, ale i dalších neurologických či ortopedických poruch. Až donedávna byla tato terapie u pacientů po akutní či chronické CMP pouze záležitostí výzkumu, ale jelikož se prokázaly pozitivní výsledky představy a observace pohybu u zdravých jedinců (s největším využitím u sportovců, hudebníků, či tanečníků), tak je snahou vědců uplatnit tento princip také u klinické populace. Pro mnoho pacientů s poškozením centrálního nervového systému je vykonání motorických dovedností obtížné, mnohdy i nemožné, a to i přesto, že se časně zapojili do aktivního rehabilitačního programu. Představa a observace pohybu tvoří zdroj informací, které by mohly být užitečné pro rehabilitaci motorických funkcí po CMP s odůvodněním, že oblasti mozku, které se za normálních okolností podílejí na plánování a provedení skutečného pohybu, jsou aktivní také během představy, nebo pozorování pohybu.

Teoretická část práce se věnuje převážně představě a observaci pohybu. Motorická představa je mentální nácvik pohybu, kdy však nedojde k jeho skutečnému vykonání. Jedinec si v mysli vytvoří buď vnitřní obraz provedení pohybu, nebo vnímá,

co by při skutečném vykonání cítil na pohybující se končetině, i když je její funkce omezena. Observace pohybu je jednodušší formou přístupu, než motorická představa. Spočívá v aktivním pozorování pohybu na videonahrávce. Nejčastěji se používá pohled z 1. nebo 3. perspektivy.

Praktická část práce se zabývá experimentem, který zkoumá vliv představy a observace pohybu na změnu aktivity vybraných svalů horní končetiny u zdravých jedinců a pacientů po cévní mozkové příhodě při situaci napití se ze sklenice.

Cílem diplomové práce je zhodnotit změnu svalové aktivity na paretické horní končetině během představy, observace a reálného vykonání pohybu u pacientů po CMP během dvoutýdenní terapie a zjistit vliv představy a observace pohybu na svalovou aktivitu u pacientů po CMP a u zdravé kontrolní skupiny.

K vyhledávání odborných článků byly využity online databáze PubMed, ProQuest, Science Direct, Scopus, EBSCO a Google Scholar. Pro vyhledávání v zahraničních zdrojích byla použita anglická klíčová slova: motor imagery, action observation, action observation therapy, kinesthetic and visual imagery, movement imagery questionnaire, stroke rehabilitation. Další články byly vyhledávány cíleně podle referencí ve studované literatuře. Celkem bylo pro tvorbu práce použito 100 anglických odborných článků v online full-textech a 1 cizojazyčná publikace v tištěné podobě. Vyhledávání probíhalo v časovém úseku od října 2012 do května 2014.

1 PŘEDSTAVA POHYBU

Lze si představit téměř cokoliv (Mulder, 2007, p. 1267). Mentálně můžeme provést úkony, které ve skutečnosti nejsme schopni vykonat (Mulder, 2007, p. 1267) i představit si budoucí události či konkrétní požadovanou představu (Gregg, Clark, 2007, p. 265). Pro vytvoření mentálního obrazu nejsou nutné předchozí zkušenosti (Gregg, Clark, 2007, p. 265). Imagery, jako představa, může být provedena různými způsoby: vizuálně, sluchově, čichově, chuťově, hmatově, kinestetickým vnímáním či jakoukoliv kombinací těchto modalit (Decety, Grezes, 1999 in Jackson et al., 2001, p. 1133; Havlick, 2008, p. 65; Lotze, Halsband, 2006, p. 390; Mulder, 2007, p. 1267; Vines, 1988 in Gregg, Clark, 2007, p. 265). Nejlepší představa však zahrnuje všechny tyto modalit (Gregg et al., 2007, p. 250; Havlick, 2008, p. 65). Účelem je totiž zvýšit motorický výkon stimulací všech receptorů (Havlick, 2008, p. 65).

Předchozí experimentální výzkumy poskytly důkazy o tom, že mentální cvičení zlepšuje motorický výkon u zdravých jedinců (Driskell et al., 1994 in de Vries et al., 2011, p. 1). Techniky motor imagery terapie jsou v dnešní době nejrozšířenější u sportovců, kteří trénují vysoce specializované pohyby (Callow, Hardy, 2001 in Liu et al., 2004, p. 1403; Driskell et al., 1994 in de Vries, Mulder, 2007, p. 6; Gregg et al., 2007, pp. 249, 250; Mulder, 2007, p. 6; Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Janssen, Sheikh, 1994 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 232; Mulder, 2007 in Buccino et al., 2012, p. 827; Page et al., 2001 in Ertelt et al., 2007, p. 165; Schuster et al., 2001 in Guillot et al., 2013, p. 1), ale také u muzikantů (Cumming, Hall, 2002 in Buccino et al., 2006, p. 59) či tanečníků (Calvo-Merino et al., 2005, pp. 1243-1249; Gregg et al., 2007, p. 250). Stejně tak byla prokázána efektivita během neurorehabilitace u pacientů po CMP (de Vries, Mulder, 2007, p. 11; Page et al., 2009 in de Vries et al., 2011, p. 1), u Parkinsonovy choroby (Buccino et al., 2011 in Buccino et al., 2012, p. 823; Thobois et al., 2000 in Mulder, 2007, p. 1272), u dětí s DMO (Buccino et al., 2012, pp. 822, 827) i u pacientů s locked-in syndromem (Cincotta et al., 1999 in Mulder, 2007, p. 1272). Pozitivní vliv byl také zjištěn u pacientů po ortopedických operacích (Bellelli et al., 2010 in Buccino et al., 2012, pp. 823, 827).

Představa pohybu (motor imagery) je podjednotkou mentálního cvičení (Butler et al., 2012, p. 1). Mentální cvičení je centrálně zprostředkovaná kognitivní aktivita, která napodobuje percepční, motorické a některé emocionální reakce (Lavalley et al., 2004 in Havlick, 2008, p. 69). Je to mentální tvoření nebo znovutvoření smyslových zážitků, které se objeví osobě, která si je představuje, jako podobné skutečnému prožitku (Suin, 1993 in Havlick, 2008, p. 65). Vedle motor imagery lze definovat také tzv. mental imagery a motion imagery. Mental imagery je aktivní proces, který umožňuje lidem znovu prožívat emocionální pocity (Decety, Grezes, 1999 in Jackson et al., 2001, p. 1133). Tzv. motion imagery se zabývá predilekcí drah a směrem pohybů netělesných předmětů, pohybujících se v prostoru, např. trajektorie letícího míče (David et al., 2006 in de Vries, Mulder, 2007, p. 6).

1.1 Definice motor imagery

Motor imagery (MI) je kognitivní nácvik pohybu, bez jeho skutečného provedení (de Vries, Mulder et al., 2005, p. 344; Mulder, 2007, p. 1265; Guillot, Collet, 2005 in Collet et al., 2011, p. 4; Lotze, Cohen, 2006 in Mulder, 2007, p. 1267; Moran, 2009 in Collet et al., 2011; Wulf et al., 1995, p. 262). Je to mentální reprezentace pohybu bez současné produkce svalové aktivity, která je nezbytná pro jeho uskutečnění (Guillot, Collet, 2010 in Collet et al., 2011, p. 4; Lotze, Cohen, 2006 in Mulder, 2007, p. 1267; McAvinue, Robertson, 2008, p. 232). MI je významná kapacita mysli, která každému jedinci umožňuje mentálně simulovat pohyb, bez zapojení do skutečného vykonání pohybu (Moran et al., 2011 in Guillot et al., 2013, p. 1). Svalové napětí se zvyšuje až u viditelných pohybů (Lotze, Halsband, 2006, p. 390). Motor imagery je schopnost vidět nebo cítit pohyb v představě před jeho skutečným vykonáním (Collet et al., 2011, p. 4). Je to zážitek, který napodobuje sensorické nebo percepční zkušenosti, kdy jedinec si je vědom jeho představovaného zážitku, a tím se liší od snění (Richardson, 1969 in Gregg, Clark, 2007, p. 265). Motor imagery je tedy představa, která vyžaduje určitý stupeň volní kontroly jedince (Annett, 1995 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 232). Jedná se o skrytý kognitivní proces představování si pohybu vlastního těla nebo jeho částí, doplněný o inhibici skutečného pohybu (Lotze, Cohen, 2006 in Mulder, 2007, p. 1267; Mulder et al., 2005 in de Vries, Mulder, 2007, p. 6).

Motor imagery je dynamický stav, během kterého subjekty mentálně simulují pohyb bez motorického výstupu (Schuster et al., 2012, p. 1). MI je popisována také jako kognitivní strategie, která může mít výhodu v získávání motorických dovedností a vylepšení provedení pohybu, a také může povolit přístup k motorické neuronové síti nezávisle na pohybu (Gregg et al., 2007, p. 249). Motor imagery je také považována za představovaný nácvik pohybu se specifickým záměrem zlepšit tento výkon (Mulder et al., 2005, p. 344). Jeannerod (1995, p. 1419) popisuje motor imagery jako vědomou součást motorické reprezentace, jako širšího fenoménu, který souvisí se zamýšlením a plánováním pohybu. Tvrdí, že motor imagery je stejný jev, jako skutečné provedení pohybu, akorát, že je blokováno samotné vykonání (Jeannerod, 1995, p. 1422). Jedná se o vnitřní simulaci pohybů (Gallese, Lakoff, 2005 in Mulder, 2007, p. 1274). Během motor imagery dochází ke kódování představovaných pohybových vzorů, a při skutečném vykonání pohybu jsou tyto pohybové kódy lépe vybavitelné pro požadovaný reálný pohyb (Havlick, 2008, p. 68). Je to jedna z nejzajímavějších kognitivních schopností člověka (de Vries, Mulder, 2007, p. 6). Motor imagery je částečně geneticky podmíněná (Jansen et al., 2009 in Moreau et al., 2010, p. 94), proto je předmětem širokých individuálních rozdílů (Kosslyn, 1999 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 232; Mantani et al. 2005 in Roberts et al., 2008, p. 200).

1.2 Aktivita centrálního nervového systému během motor imagery

Představa pohybu koresponduje s podprahovou aktivitou motorického systému (Jeannerod, Frak, 1999, p. 735). Různé techniky mapování mozkové aktivity poskytují důkazy o tom, že představované i reálně vykonávané pohyby aktivují téměř stejné neuronové sítě (Butler et al., 2012, p. 1; Collet et al., 2011, p. 12; de Vries, Mulder, 2007, p. 7; Decety, 1996 in de Vries et al., 2011, p. 1; Jeannerod, 1995, p. 1419; Jeannerod, Frak, 1999, p. 735; Jeannerod, 2001 in de Vries et al., 2011, p. 1; Kimberley et al., 2006 in Mulder, 2007, p. 1267; Lotze, Halsband, 2006, p. 389; McAvinue, Robertson, 2008, p. 240; Shumway-Cook, Woollacott, 2010, p. 37). Neuronální reorganizace během terapie motorickou představou je podobná změnám, které se odehrávají během skutečného vykonávání pohybu (Jackson et al., 2003 in de Vries, Mulder, 2007, p. 6), a dochází tak k ovlivnění kortikospinální excitability

(Mulder, 2007, p. 1267) a ke změnám kortikální motorické mapy (de Vries, Mulder, 2007, p. 11). To znamená, že představovaný i reprezentovaný pohyb mají stejnou kauzální roli v generaci tohoto výstupu (Jeannerod, 1995, p. 1419).

Výsledky zobrazovacích technik ukázaly silné překrývání mozkových struktur (Collet et al., 2011, p. 12; Decety et al., 1991, p. 1; de Vries, Mulder, 2007, p. 6; Guillot et al., 2008 in Guillot et al., 2013, p. 1; Jeannerod, Frak, 1999, p. 735; Lotze, Halsband, 2006, p. 386; Mulder, 2007, p. 1268), ovládajících motorickou aktivitu, zahrnujících kortikální i subkortikální struktury.

1.2.1 Aktivita kortikálních oblastí

Během motor imagery se aktivují oblasti mozku, zahrnující premotorický kortex (Bhasin et al., 2012, p. 575; Collet et al., 2011, p. 12; Decety et al., 1991, p. 1; Dechent et al., 2004, p. 140; Deiber et al., 1996, pp. 241-242; Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Lotze et al., 1999 in Holper et al., 2010, p. 2; Schuster et al., 2012, p. 1; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), dorzolaterální prefrontální kortex (de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Parson et al., 1995 in Liu et al., 2004, p. 1406; Ryding et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1424; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), inferiorní frontální kortex (de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), posteriorní parietální kortex (Dechent et al., 2004, p. 140; Deiber et al., 1996, p. 243; Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Lotze et al., 1999 in Holper et al., 2010, p. 2; Parson et al., 1995 in Liu et al., 2004, p. 1406; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), suplementární motorickou oblast (Collet et al., 2011, p. 12; Decety et al., 1991, p. 1; Dechent et al., 2004, p. 140; Deiber et al., 1996, p. 241; Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Lotze et al., 1999 in Holper et al., 2010, p. 2; Ryding et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1424; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), anteriorní cingulární kortex (Dechent et al., 2004, p. 140; Deiber et al., 1996, p. 244; Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7;

Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), primární a sekundární senzoryckou oblast, inzulární kortex (Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), a to jak při motorimagery, tak i při skutečném vykonání totožného pohybu (pro přehlednost viz Příloha 1) (Collet et al., 2011, p. 12; Dechent et al., 2004, p. 140; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Liu et al., 2004, p. 1403). Aktivita primární motorické oblasti (M1) je stále diskutabilní. Pokud je totiž M1 primárně zahrnuta do vykonávání pohybu (de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jeannerod, 1995, p. 1424), pak se nedá očekávat žádná aktivita během motorimagery (Decety et al., 1991, p. 1; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7), protože během představy by neměly být vykonány žádné skutečné pohyby. Nicméně několik studií již prokázalo aktivitu M1 související s motorimagery (Bhasin et al., 2012, p. 575; Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Hallet et al., 1994 in Jeannerod, 1995, p. 1424; Malouin et al., 2003 in Mulder, 2007, p. 1268; Porro et al., 1996 in Jeannerod, 2001, p. 104; Roth et al., 1996 in Jeannerod, 2001, p. 104; Sharma et al., 2004 in Mulder, 2007, p. 1267; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), ta byla ale nižší (Lotze, Halsband, 2006, p. 388; Hallet et al., 1994 in Jeannerod, 1995, p. 1424) a kratší, než během reálného pohybu (Lotze, Halsband, 2006, p. 387). Zvýšená aktivita M1 byla zjištěna spíše u představy komplexnějších pohybů. Celkově vzato, zapojení M1 při motorimagery je snižené oproti zapojení během skutečného pohybu, a pro motorimagery není tato aktivita nezbytná (Lotze, Halsband, 2006, p. 388).

PET studie prokázaly aktivitu inferiorního frontálního kortexu během motorimagery, ale aktivita se neprokázala při skutečném provedení pohybu. Potlačení aktivity v této oblasti při výkonu pohybu naznačuje, že se jedná o oblast motorické inhibice při představě pohybu (Jeannerod, Frak, 1999, pp. 736-737).

Při představě úchopu předmětu pravou horní končetinou došlo k silné oboustranné aktivaci v operkulární části inferiorního frontálního gyru, zvýšené aktivitě v levé prefrontální oblasti, šířící se k dorzolaterálnímu frontálnímu kortexu (Decety et al., 1994, p. 602), a k aktivitě parietálního laloku, která se zdá být klíčová pro schopnost motorimagery u pacientů po CMP (Decety et al., 1994, p. 602; Lotze, Halsband, 2006, p. 389). Bilaterální aktivita byla také zaznamenána v anteriorním cingulárním kortexu. Během představy pohybu byla ložiska suplementární motorické oblasti lokalizována více anteriorně, než během vykonání stejného pohybu

(Stephan et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1424).

Bylo také prokázáno, že představa pohybu různých částí těla (ruka, noha, jazyk) aktivují gyrus praecentralis somatotopickým způsobem (de Vries, Mulder, 2007, p. 7; Ehrsson et al., 2003 in Mulder, 2007, p. 1267; Stippich et al., 2002 in Mulder, 2007, p. 1267).

1.2.2 Aktivita subkortikálních oblastí

Během motor imagery i reálného pohybu se na subkortikální úrovni homolaterálně aktivoval mozeček (Decety et al., 1991, p. 1; Decety et al., 1994, p. 602; Dechent et al., 2004, p. 140; Deiber et al., 1996, pp. 243-244; Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jackson et al., 2003 in de Vries, Mulder, 2007, p. 9; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Parson et al., 1995 in Liu et al., 2004, p. 1406; Ryding et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1424; Schuster et al., 2012, p. 1; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59) a bazální ganglia (Decety et al., 1994, p. 601; Dechent et al., 2004, p. 140; de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Ryding et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1424; Schuster et al., 2012, p. 1; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59), kde se zjistila silná bilaterální aktivita nejen v nucleus caudatus (Decety et al., 1994, p. 602).

Jeannerod vysvětluje motor imagery v kontextu s hierarchickým modelem řízení pohybu jako simulační hypotézu. Tvrdí, že pohyb zahrnuje skryté fáze - úmysl, plánování a programování pohybu a zjevnou fázi - vykonání pohybu. V každé fázi se vytvoří reprezentace pohybu, charakteristická každému cíli pohybu. Pohyb je pak řízen porovnáním skryté reprezentace cíle pohybu, která uvolňuje eferentní signály na nižší úrovni, se současným stavem systému (Jeannerod, 1995, p. 1426).

Podle tzv. „motor cognition“ teorie platí, že motorická představa je spojena s vykonáním pohybu, a proto je možné vykonat pohyb během jeho představy (MacIntyre, Moran, 2010 in Guillote et al., 2013, p. 2).

1.3 Aktivita autonomního nervového systému při motor imagery

Při motor imagery byly zároveň zaznamenány reakce autonomního nervového systému (ANS) (Decety et al., 1991, p. 1; Jeannerod, 1995, pp. 1419, 1423; Wuyam et al., 1995 in Collet et al., 2011, p. 13). Během MI dochází ke zvýšení srdeční a dechové frekvence (Decety et al., 1991, p. 4; Decety et al., 1993 in Mulder, 2007, p. 1268; Jeannerod, 1995, p. 1423; Roure et al., 1999 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Wang, Morgan, 1992 in Havlick, 2008, pp. 67, 79; Thill et al., 1997 in Jackson et al., 2001, p. 1134; Wuyam et al., 1995 in Collet et al., 2011, p. 13), krevního tlaku a vlivem aktivace sympatiku také ke zvýšené kožní vodivosti (Roure et al., 1999 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Wang, Morgan, 1992 in Havlick, 2008, p. 67; Wuyam et al., 1995 in Collet et al., 2011, p. 13). Zvýšení autonomních reakcí je přímo úměrné úsilí, které je při motor imagery vynakládáno (Decety et al., 1991, pp. 1-2; Lotze, Halsband, 2006, p. 387). Zvýšená vegetativní aktivace může být způsobena motorickou přípravou na skutečný nebo představovaný pohyb (Decety et al., 1991, p. 4; Jeannerod, 1995, p. 1423) a je načasována tak, aby začala v okamžik, kdy dojde k motorické aktivitě (Jeannerod, 1995, p. 1423). Při skutečném provádění pohybu byla srdeční frekvence zvýšená o cca 50 % oproti klidové hodnotě a během motor imagery se zvýšila průměrně o 32 % (Decety et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1423). Zvýšená metabolická aktivita svalů během motor imagery však nebyla prokázána (Decety et al., 1991, p. 1; Decety et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1423), právě naopak, spotřeba kyslíku ve svalech během motor imagery klesla (Decety et al., 1991, p. 4).

1.4 Elektromyografická aktivita při motor imagery

Jako první demonstroval zvýšenou svalovou aktivitu během představy pohybu Jacobson (1932) (Mulder, 2007, p. 1274). Novější studie taktéž prokázaly zvýšení EMG aktivity během motor imagery (Dickstein et al., 2005 in Lebon et al., 2008, p. 181; Livesay, Samras, 1998 in Mulder, 2007, p. 1274). Jiné studie však EMG aktivitu svalů během představy pohybu nezjistily (Mulder, 2007, p. 1274) a tvrdí,

že svaly byly v klidu (Mulder et al., 2004 in Mulder, 2007, p. 1271; Yue, Cole, 1993 in Mulder, 2007, p. 1271). Nesoulad mezi publikacemi může být otázkou metodologie výzkumu. EMG signál je ovlivňován geometrií elektrod, lokalizací na svalu a vzdáleností mezi aktivními svalovými vlákny a elektrodou (Kleissen et al., 1998, in Lebon et al., 2008, p. 181). Kromě toho, povrchová elektromyografie odráží aktivitu především superficiálních svalových vláken (Jeannerod, Frak, 1999, p. 738).

Velké množství experimentálních studií odděluje motor imagery od skutečného pohybu (Callow et al., 2006 in Guillot et al., 2013, p. 2) a obvykle používá absenci EMG aktivity svalů jako indikátor nehybnosti během zobrazovacích metod, mapujících aktivitu mozku při MI (Lebon et al., 2008, p. 181). EMG záznam je použit jako kontrola, že zaznamenaná aktivita mozku je během MI a ne během reálného pohybu (Rouffet, Hautier, 2007 in Lebon et al., 2008, p. 181). Samotná svalová aktivita přitom nemusí být během motor imagery zcela blokována. To zdůrazňuje delikátní rovnováha mezi excitačním a inhibičním vlivem motoneuronů. Během motor imagery byla zjištěna zvýšená spinální segmentální excitabilita, tj. podprahová aktivita spinálních motoneuronů (Buccino et al., 2006, p. 60; Hashimoto, Rothwell, 1999 in Lebon et al., 2008, p. 181; Jeannerod, 1995, p. 1423; Li et al., 2004, p. 9678) a/nebo interneuronů (He et al., 1995 in Li et al., 2004, p. 9674), což naznačuje, že motorický příkaz není zcela inhibován (Callow et al., 2006 in Guillot et al., 2013, p. 2). Toto zvýšení bylo jen o něco menší, než během skutečného provedení totožného pohybu (Jeannerod, 1995, p. 1423), ale signifikantně větší, než hodnoty zaznamenané v klidu (Jeannerod, 1995, p. 1422; Lebon et al., 2008, p. 181; Lotze, Halsband, 2006, p. 386). Z tohoto důvodu je v dnešní době původ této periferní svalové aktivity předmětem zájmu (Lebon, et al., 2008, p. 181). Předpokládá se, že reziduální EMG aktivita je důsledkem inkompletní inhibice motorického příkazu, nicméně tento fakt nebyl zjištěn systematicky (Jeannerod, 1994 in Lebon et al., 2008, p. 181). Mikropohyby a EMG aktivita byly zaznamenány na svalech, zapojených do pohybu, nikoliv na kontralaterálních svalech. Čím větší bylo úsilí motor imagery, tím vyšší byla EMG aktivita příslušných svalů (experimentální zvedání činek) (Jacobson, 1931 in Jeannerod, 1995, p. 1422). Podprahová svalová aktivita při koncentrické, excentrické a izometrické kontrakci během motor imagery typicky zrcadlila svalovou aktivitu, zaznamenanou během skutečného pohybu (Lebon et al., 2008, pp. 181-182). Podobnost mezi EMG vzory skutečného a představovaného pohybu tak potvrzuje

strukturální a funkční vztah mezi MI a reálným pohybem (Jeannerod, 1994 in Lebon et al., 2008, p. 182). Při představě koncentrické kontrakce svalu byla zjištěna významně vyšší střední frekvence EMG „power“ spektra než při excentrické kontrakci (Lebon et al., 2008, p. 181). Svalová aktivita tak nejspíše působí jako aferentní senzorický vstup do center řídících motoriku v mozku (Mulder, 2007, p. 1274). Zvýšení EMG aktivity během představy pohybu může být způsobeno větší aktivací motorických jednotek, nejsou však dostupné informace o povaze rekrutmentu (časová / prostorová sumace) (Gandevia et al., 1997 in Lebon et al., 2008, p. 184). Na končetině, která se v představě pohybovala, bylo také zjištěno prudké zvýšení šlachových reflexů (Jeannerod, 1995, pp. 1419, 1423). Zkoumání úrovně spinální excitability během představy pohybu probíhalo pomocí H-reflexu, T-reflexu a F-vlny (Bonnet et al., 1997 in Jackson et al., 2001, 1135). Z výzkumů vyplývá, že motor imagery může aktivovat motorické výstupy (Jeannerod, 1995, p. 1422). Tyto volní pohyby, které účastník minimalizuje do té míry, že zůstanou nedetekovatelné, byly pojmenovány jako kvazi-pohyby a tvoří přechod mezi MI a skutečným provedením pohybu (Nikulin et al., 2008 in Guillot et al., 2013, p. 7).

Rozlišují se dva principy motor imagery: periferní a centrální. Periferní teorie, také psychoneuromuskulární, tvrdí, že během představy konkrétního pohybu jsou aktivovány stejné motorické dráhy a stejné svaly, které by daný pohyb vykonaly (Boschker, 2001 in Mulder, 2007, p. 1274). Centrální teorie pracuje s tvrzením, že motor imagery by měla být viděna jako vnitřní simulace pohybů (Gallese, Lakoff, 2005 in Mulder, 2007, p. 1274). Tvrdí, že normální tok informací je odpojen od svalového systému a pracuje na principu emulátoru. To je systém, který přijímá kopie eferentních příkazů společně s odhadem senzorických následků a napodobuje funkci vstupů a výstupů senzomotorického systému. Motor imagery tak vytváří vnitřní centrální tok informací, které můžeme považovat za senzorický odhad výstupu (který neproběhne), a ten může být využit pro motorické učení (Grush, 2004 in Mulder, 2007, p. 1274).

1.5 Vizuelní a kinestetické aspekty motor imagery

Motor imagery využívá vizuelní a/nebo motorické okruhy (Jeannerod, Frak, 1999 in Buccino et al., 2006, p. 55), a proto motorická představa obsahuje vizuelní a kinestetické modalit (Moreau et al., 2010, p. 94; Mulder, 2007, p. 1268; Smyth, Waller, 1998 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 233), které odkazují na percepční složku vnímání (Moreau et al., 2010, p. 94). Zastoupení jednotlivých složek se liší v závislosti na druhu pohybu, který je představován, a na situaci, ve které je pohyb vykonáván (Smyth, Waller, 1998 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 233). To však neznamena, že tyto dvě modalit nemohou být použity společně, je ale podstatné, že se dají měřit odděleně, čímž je možné zkoumat jejich diferencielní účinky. Proto je důležité, aby se tato diferenciacie promítla i do dotazníků, zabývajícími se motor imagery (Fourkas et al., 2006 in Roberts et al., 2008, p. 202). Během vizuelní a kinestetické motorické představy byly zjištěny rozdílné neuronální procesy - rozdílná kortikospinální aktivita (David et al., 2006 in de Vries, Mulder, 2007, p. 11; Fourkas et al., 2006 in Roberts et al., 2008, p. 202; Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Mulder, 2007, p. 1267).

1.5.1 Vizuelní představa

Vizuelní představa je zraková iluze nebo obraz pohybu v mysli (McAvinue, Robertson, 2008, p. 237). Je to vizuelní znázornění představy, jako kdybychom se na pohyb dívali „vnitřním okem“ (Havlick, 2008, p. 17; Stinear et al., 2007 in Bhasin et al., 2012, p. 575; Zenon, Pylyshyn, 2002, p. 157). Jedná se o vizuelní reprezentaci pohybující se končetiny v mysli (Buccino et al., 2006, p. 59). Během vizuelní motor imagery „vidí“ subjekty samy sebe vykonávat určitý pohyb (Mulder, 2007, p. 1268). Tato představa je založena výhradně na vizuelních znalostech, a pokud jsou po CMP ztraceny, pacient není schopen představit si sám sebe a ani vzhled předmětů (Goldenberg, 2002, p. 191). Představa může být buď z pohledu 1. osoby, kdy jedinci „vidí“ pohled, jakoby pohyb sami vykonávali, nebo z pohledu 3. osoby, jakoby se na sebe dívali v televizi (McAvinue, Robertson, 2008, p. 237).

Během vizuální představy manipulace s předmětem platí, že zabere více času představit si detaily předmětu, který je menší než ve skutečnosti, než když je rozměrově větší než doopravdy, a to z toho důvodu, že když skutečně vidíme malý předmět, tak můžeme pozorovat jen málo detailů, a to díky omezenému rozlišení oka (Zenon, Pylyshyn, 2002, p. 163).

1.5.2 Kinestetická představa

Kinestetická motor imagery je mentální simulace pohybu, spojená s kinestetickými pocity (Buccino et al., 2006, p. 59). Tato složka motor imagery dovoluje jedinci, který si představuje pohyb, fyzicky cítit sám sebe vykonávat pohyb (Havlick, 2008, p. 17; McAvinue, Robertson, 2008, pp. 233, 237). Subjekty mají pocit, že sami skutečně vykonávají pohyb se všemi senzorickými dopady (Mulder, 2007, p. 1268). Kinestetická představa souvisí s představou z 1. perspektivy (de Vries, Mulder, 2007, p. 6; Stinear et al., 2007 in Bhasin et al., 2012, p. 575). Zjistilo se, že kinestetická představa může ovlivnit provedení pohybu nad rámec účinků vizuální představitivosti (Hardy, Calow, 1999 in Roberts et al., 2008, p. 202).

U pacientů s lézí putamen bylo popsáno selektivní poškození kinestetické, ale ne vizuální představitivosti, což poukazuje na roli subkortikálních struktur během motor imagery (Li et al., 2000 in Lotze, Halsband, 2006, p. 391).

Kinestetická složka motor imagery může být považována za substituci senzorického feedbacku, který by vznikl, pokud by byl pohyb opravdu vykonán (Naito et al., 2002 in Mulder, 2007, p. 1268).

Vizuální i kinestetická motor imagery jsou spojeny s aktivací společných neuronálních sítí v suplementární motorické oblasti, precentrálním gyru a precuneu. Kinestetická představa (1. perspektiva) je spojena se zvýšenou aktivitou v levém inferiorním parietálním laloku a v levém somatosenzorickém kortexu, zatímco vizuální představa (3. perspektiva) aktivuje pravý inferiorní parietální lalok, posteriorní cingulární kortex a frontopolární prefrontální kortex (Ruby, Decety, 2003 in Mulder, 2007, p. 1268).

Kinestetická představa sdílí více fyziologických charakteristik s reálným vykonáváním pohybu než vizuální MI, a proto je více spojena s motorickými funkcemi (Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59). Kinestetická motor imagery by také měla být více efektivní na motorické učení, než vizuální představa (Stinear et al., 2006 in Mulder, 2007, p. 1268).

1.6 Perspektiva při motor imagery

Každý pohyb může být představován z interní nebo externí perspektivy. Interní perspektiva zahrnuje představu z pohledu 1. osoby (= 1. perspektivy), jakoby jedinec opravdu pohyb prováděl. Externí perspektiva zahrnuje „vidění“ sama sebe, jak člověk vykonává pohyb, jakoby se na sebe díval na obrazovce (Hall et al., 1990 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 232). Nelze říci, že by 1. nebo 3. perspektiva obsahovaly pouze jednu modalitu vnímání (vizuální nebo kinestetickou), ale kombinují se, a jedna složka většinou převládá nad druhou (Hardy, 1997 in Roberts et al., 2008, p. 202). Míra aktivace mozku závisí na typu představy (Mulder, 2007, p. 1267) a to naznačuje, že představa z 1. a 3. perspektivy musí být v rehabilitaci použita odlišně, v závislosti na cíli terapie (de Vries, Mulder, 2007, p. 11).

1.6.1 1. perspektiva

Interní perspektiva byla definována tak, že si vyšetřovaná osoba představuje, že je ve skutečnosti uvnitř těla jiného člověka a zažívá takové pocity, které lze očekávat v aktuální situaci (Mahoney, Avenier, 1977 in Roberts et al., 2008, p. 202), případně že se jedná o představu z pohledu účastníka daného výkonu (Havlick, 2008, p. 17). Při vnitřní představě se subjekty přibližují situacím reálného života takovým způsobem, že jedinec může skutečně zažívat smyslové vjemy, které lze očekávat od dané situace (Mulder, 2007, p. 1268). Obsahuje velkou kinestetickou komponentu, která způsobuje, že jedinec může cítit sám sebe, jak vykonává představovaný pohyb (Decety et al., 1990 in Jeannerod, 1995, p. 1419; Hall et al., 1990 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 232; Jeannerod, 1994 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Moreau

et al., 2010, p. 94), ale existuje zde i podíl vizuální složky (zraková představa z 1. perspektivy) (Hardy, 1997 in Roberts et al., 2008, p. 202).

Opakování motor imagery, zejména z 1. perspektivy, může facilitovat motorické učení (Driskell et al., 1994 in de Vries, Mulder, 2007, p. 9; Lotze, Halsband, 2006, p. 389) a zlepšovat motorický výkon u ne tak náročných pohybů na přesnost, které vysoce závisí na percepci (Havlick, 2008, p. 82). Koordinace a timing motorických dovedností se totiž lépe učí s využitím představy z pohledu 1. osoby (Fery, 2003 in de Vries, Mulder, 2007, p. 11).

1.6.2 3. perspektiva

Definice tvrdí, že vnější vizuální představivost znamená sledovat někoho jiného, jak provádí pohyb (Havlick, 2008, p. 17; Ruby, Decety, 2001 in Roberts et al., 2008, p. 202), nebo pozorovat sebe samotného při vykonávání pohybu z 3. perspektivy (Mulder, 2007, p. 1268; White, Hardy, 1995 in Roberts et al., 2008, p. 202). Efektivnější však je, pokud si pacient představuje sám sebe z 3. perspektivy, než když by si představoval někoho jiného (Callow, Hardy, 2004 in Roberts et al., 2008, p. 202). Pohled z 3. perspektivy je důležitý ke zlepšení znovuučení nových dovedností (de Vries, Mulder, 2007, p. 11) a ke zlepšení výkonu koordinačně přesných pohybů (Havlick, 2008, p. 82). Zdá se, že pro pacienty po CMP může být pohled z 3. perspektivy (jako by se na sebe dívali na videu) více efektivní (Butler et al., 2012, p. 9), protože má větší vizuální charakter (de Vries, Mulder, 2007, p. 6). Tento pohled totiž poskytuje informace, které jedinci nezískají z pohledu 1. osoby (Butler et al., 2012, p. 9). Pohled z 3. perspektivy souvisí s vizuální představou (Moreau et al., 2010, p. 94), i když nedávné studie prokázaly převahu kinestetické složky (Callow, Hardy, 2004 in Moreau et al., 2010, p. 94).

2 OBSERVACE POHYBU

Observace pohybu (action observation) je součástí našeho každodenního života. Díváme se na vlastní pohyby, abychom kontrolovali koordinaci, ale mnohem častěji se díváme na ostatní, jak se pohybují (Barresi, Moore, 1996 in Decety et al., 1997, p. 1763; Héту et al., 2011, p. 1). Observace pohybu je prvním krokem k získání nových dovedností, který začíná při narození a pokračuje během celého života (Meltzoff, Moore, 1997 in Decety et al., 1997, p. 1763).

2.1 Definice action observation

Action observation je novou formou motorického učení (tzv. observační učení) (Blandin, Proteau, 2000 in Cross et al., 2009, p. 315; Jeannerod, Frak, 1999, p. 736; Vogt et al., 2007 in Buccino et al., 2006, p. 58). Při observačním učení je potřeba vytvořit motorickou reprezentaci pohybu, který je pozorován (Héту et al., 2011, p. 10). Během učení nových motorických vzorů imitací pohybu je sledovaná činnost rozložena do elementárních motorických úkonů (Buccino et al., 2006, p. 59) a dochází ke kódování konečného cíle pozorovaného pohybu (Sgandurra et al., 2011, p. 2). Tento proces je aktivován zrcadlovým mechanismem korespondujícím s topikou zrcadlových neuronů ve ventrálním premotorickém kortexu, inferiorním parietálním lobulu a v inferiorním frontálním gyru (Buccino et al., 2006, p. 59). Observace pohybu je selektivní proces, který rekrutuje neuronální síť v závislosti na druhu vnímání pohybu a na účelu pohybu (Decety et al., 1997, p. 1775). Action observation je druh motorické přípravy, která má klinický význam (Mulder, 2007, p. 1269).

2.2 Aktivita centrálního nervového systému při action observation

Pozorování pohybu aktivuje téměř stejná mozková centra zodpovědná za provedení téhož pohybu (Bhasin et al., 2012, p. 575; Buccino et al., 2006, pp. 57-58, 60; Ertelt et al., 2007, p. 164; Ertelt et al., 2012, p. 1; Franceschini et al., 2010, pp. 517, 518; Helbig et al., 2010, p. 251; Héту et al., 2011, p. 1; Kraskov, 2012, p. 778; Rizzolatti, Craighero, 2004, p. 169). Za tento jev je zodpovědný mirror neuron systém (MNS) (Ertelt et al., 2007, pp. 164-165; Ertelt et al., 2012, p. 1). Pálení mirror neurons je však mnohem větší během vykonávání pohybu, nežli při jeho observaci (Vigneswaran et al., 2013, p. 239). Aktivitu mozku během action observation může také modulovat typ sledovaného pohybu (Héту et al., 2011, p. 7).

Jak u motor imagery, tak ani u action observation nebyla prokázána trvalá aktivita M1 (de Vries, Mulder, 2007, p. 8). Nedávné studie však prokázaly zvýšenou aktivitu M1 během observace pohybu (Buccino et al., 2004, p. 371; Dushanova, Donoghue, 2010 in Vigneswaran et al., 2013, p. 236; Järvelainen et al., 2004, pp. 187-192; Maeda et al., 2002 in de Vries, Mulder, 2007, p. 8; Roth et al., 1996 in Decety et al., 1997, p. 1764; Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59). Dále byla zjištěna aktivita v dorzálním premotorickém kortexu (Bhasin et al., 2012, p. 575; Buccino et al., 2006, pp. 58-59; Decety et al., 1994 in Decety et al., 1997, p. 1764; Ertelt et al., 2012, p. 2; Gallese, Goldman, 1998 in Mulder et al., 2005, p. 344; Grezes, Decety, 2001 in Mulder, 2007, p. 1269; Héту et al., 2011, p. 1; Rizzolatti, 2005 in de Vries, Mulder, 2007, p. 6), v horním a středním temporálním gyru (Buccino et al., 2006, pp. 57,59; Ertelt et al., 2012, p. 2; Grezes, Decety, 2001 in Mulder, 2007, p. 1269; Héту et al., 2011, p. 7), v inferiorním a středním frontálním gyru (Buccino et al., 2006, pp. 57-58; Ertelt et al., 2012, p. 2; Grezes, Decety, 2001 in Mulder, 2007, p. 1269; Héту et al., 2011, p. 7), v gyrus supramarginalis parietálního kortexu (Buccino et al., 2006, pp. 57-58; Decety et al., 1994 in Decety et al., 1997, p. 1764; Ertelt et al., 2012, p. 2; Grezes, Decety, 2001 in Mulder, 2007, p. 1269; Héту et al., 2011, p. 7), v gyrus parahippocampalis (Decety et al., 1997, p. 1764; Héту et al., 2011, p. 7), gyrus fusiformis, precuneu (Héту et al., 2011, p. 7) a v bazálních gangliích (pro přehlednost viz Příloha 2) (Decety et al., 1994,

p. 601). Tyto neuronální sítě integrují senzory s uloženými motorickými vzory pro generování potřebných pohybů (Buccino et al., 2006, p. 60). Během observace pohybů ruky se také zvyšuje kortikospinální excitabilita (Buccino et al., 2006, pp. 57, 60; Jeannerod, Decety, 1995 in Decety et al., 1997, p. 1764; Maeda et al., 2002 in Mulder et al., 2005, p. 344; Mulder, 2007, p. 1269).

Primární motorický kortex je mnohem silněji aktivován během pozorování cílených než necílených činností s využitím nástrojů (asijské hůlky, kleště) (Buccino et al., 2004, p. 371; Järvelainen et al., 2004, p. 190). Během observace pohybu různých částí těla dochází k somatotopickému uspořádání aktivity fronto-parietálních okruhů v premotorické oblasti (Buccino et al., 2001 in Lotze, Halsband, 2006, p. 288; Rizzolatti et al., 1998 in Buccino et al., 2006, p. 57). Z výzkumů také vyplývá, že během action observation se aktivuje i ventrální premotorický kortex, který však nevykazuje aktivitu při reálném vykonání pohybu (Grafton et al., 1996 in Decety et al., 1997, p. 1764). Zjistilo se, že superiorní temporální sulcus se aktivuje výrazněji během observace komplexnějších pohybů, než při pozorování izolovaných pohybů (Pelphrey et al., 2003 in Mulder, 2007, p. 1269). Zvýšená aktivita vybraných mozkových oblastí během observace neznámého pohybu může být spojena s potřebou většího zapojení systému, aby mohlo dojít k vytvoření nových spojení mezi senzory a motorickou reprezentací (Hérou et al., 2011, p. 10). Výzkumy také tvrdí, že aktivované zóny jsou jasně odlišitelné během AO a reálného pohybu z hlediska hemisferické asymetrie, což naznačuje, že jsou zapojeny různé neuronální sítě. Síť, aktivovaná během observace smysluplných pohybů v levé hemisféře, odpovídá ventrální vizuální dráze, která zahrnuje inferotemporální oblasti, část hipokampu a končí ve ventrální části prefrontální kůry. Na druhou stranu, síť, spojená s bezvýznamnými pohyby v pravé hemisféře, odpovídá především dorzální dráze, která zahrnuje okcipitoparietální oblasti a je spojena s premotorickou kůrou a také oblastmi ventrální dráhy, a to cuneem a inferiorním temporálním gyrem. To znamená, že ventrální dráha se účastní i při observaci bezvýznamných pohybů (Grafton et al., 1996 in Decety et al., 1997, p. 1764).

2.2.1 Mirror neuron system

Objevení mirror neuron systému předcházely studie, které proběhly již v roce 1950 za pomoci EEG, na kterém se projeví centrální deviace MU rytmu (MU rytmus je během vykonávání pohybu či pouhé myšlenky na pohyb blokován (Rüther et al., 2014, p. 329)) nejen při provedení pohybu, ale i při jeho pozorování (Gaustat, Bert in Rizzolatti, Craighero, 2004, p. 174). První pokusy, které prokázaly přítomnost těchto neuronů v živočišné říši, byly prováděny asi před dvaceti lety na primátech rodu makak rhesus (Buccino et al., 2006, p. 56; Fogassi et al., 2005, p. 662; Iacoboni, Mazziota, 2007, p. 217; Kilner et al., 2009, p. 10153; Rizzolatti et al., 2001, p. 661; Rizzolatti et al., 2009, p. 24). Tento systém zrcadlových neuronů je základem pro pochopení a napodobení pohybu (Fabbri-Destro, Rizzolatti, 2008 in Sgandurra et al., 2011, p. 2).

2.2.1.1 Charakteristika mirror neuronů

Mirror neurons, neboli zrcadlové neurony, představují speciální třídu premotorických neuronů (Iacoboni, Mazziota, 2007, p. 216). Patří do skupiny vizuomotorických neuronů, převádějících specifické sensorické informace do motorického formátu (Fabbri-Destro, Rizzolatti, 2008, p. 171; Rizzolatti, 2005, p. 420). „Zrcadlové“ z toho důvodu, že se pozorovaná činnost zrcadlí, či vnitřně simuluje ve vlastním motorickém systému (Likowski et al., 2012, p. 1). Charakteristickým znakem těchto neuronů je, že jsou aktivovány během samotného provedení pohybu, ale také při observaci stejné činnosti (Buccino et al., 2012, p. 827; Franceschini et al., 2010, p. 518; Kilner et al., 2009, p. 10153; Vigneswaran et al., 2013, p. 236).

2.2.1.2 Lokalizace mirror neuron systému

Aktivace zrcadlových neuronů vede k rekrutaci funkčně propojených kortikálních struktur, spojujících vykonání činnosti a observaci (Bhasin et al., 2012, p. 570). Mirror neurons byly objeveny ve ventrálním premotorickém kortexu, v inferiorním parietálním lobulu, v primárním motorickém kortexu, inferiorním frontálním gyru a v oblasti horního temporálního sulcu (Caggiano et al., 2012, p. 11848; Buccino et al., 2004 in Franceschini et al., 2010, p. 518; Järveläinen et al., 2004, p. 187; Rizzolatti et al., 2009, p. 24) bilaterálně, i když je aktivita unilaterální

(Franceschini et al., 2010, p. 518; Järveläinen et al., 2004, p. 188). Tato síť transformuje senzorické reprezentace observovaných motorických činností do jejich motorických reprezentací, tudíž vnímání a výkon pohybu jsou mnohem těsněji spojeny, než se původně předpokládalo (Romani et al., 2005 in Sgandurra et al., 2011, p. 2).

2.2.1.3 Funkce mirror neurons

Mirror neurons pálí jak během vykonávání, tak během observace stejných pohybů (Buccino et al., 2006, p. 55; Kraskov, 2012, p. 778). Funkce zprostředkované zrcadlovými neurony závisí na anatomických a fyziologických vlastnostech neuronálních okruhů, ve kterých jsou tyto neurony lokalizovány (Acharya, Shukla, 2012, p. 120). Aktivace mirror neuronů je spojena s vykonáváním specifických orientovaných pohybů ruky, jako jsou úchop, držení, trhání, manipulace s předměty a pohyby úst spojené s příjmem potravy a komunikací spíše, než s jednoduchými pohyby (Iacoboni, Mazziota, 2007, p. 214; Rizzolatti et al., 1996 in Sgandurra et al., 2011, p. 2). Studie prokázaly, že pálení neuronů je nejsilnější tehdy, když účelný pohyb vykonává subjekt sám, než v případě, kdy pozoruje jiný subjekt, vykonávající stejný pohyb (Iacoboni, Mazziota, 2007, p. 214) a také, že MNS je silněji zapojen během observace nových pohybů, než těch dříve nacvičených (Sgandurra et al., 2011, p. 3).

Mirror neurons jsou rozděleny do dvou hlavních kategorií: facilitační a supresní zrcadlové neurony (Vigneswaran et al., 2013, pp. 236, 239). Facilitační mirror neurons zvyšují svoje pálení během observace i vykonání pohybu, i když během observace je jejich aktivita o něco menší než během reálného pohybu. Pro optimální modulaci veškeré aktivity je ale nutná nejen jejich aktivní činnost, ale i suprese. Tyto specifické zrcadlové neurony se přímo nazývají „suppression mirror neurons“. Jsou lokalizovány v primárním motorickém kortexu a čítají asi 41,5 % z celkového počtu zrcadlových neuronů (Vigneswaran et al., 2013, p. 239). Během action observation tlumí tyto neurony frekvenci svého pálení nebo ho úplně zastavují (Kraskov et al., 2009 in Kraskov, 2012, p. 778; Vigneswaran et al., 2013, p. 239).

Zrcadlové neurony získávají své charakteristické propojovací vlastnosti senzomotorickým učením. Při narození jsou senzorické neurony v horním temporálním sulcu a v některých oblastech premotorické kůry slabé a nesystematicky spojené

s motoneurony. Cílené pohyby vznikají v raném dětství pozorováním a imitací pohybů ostatních. Sebe pozorování a napodobování jednotlivých pohybů způsobilo korelaci mezi aktivací sensorických a motorických neuronů, které kódují analogické pohyby. Tato korelace zesiluje spojení mezi sensorickými a motorickými neurony, což dává motoneuronům „zrcadlové“ vlastnosti. Jejich aktivace se neprojevuje pouze během samotného výkonu pohybu, ale také při jeho observaci (Press et al., 2012, p. 6). Neuronální kortikální spoje mohou být remodelovány zkušeností, tréninkem a sensorickým inputem (Bhasin et al., 2012, p. 574). Dá se předpokládat, že děti ve věku 6-11 let (primary school-age) už mají mirror neuron systém plně funkční, jako dospělí jedinci (Buccino et al., 2012, pp. 823, 827). U klinické populace pak intenzivní opakovací cvičení vede k učení a zlepšení motorického potenciálu hemiplegické končetiny (Kwakkel et al., 2004 in Bhasin et al., 2012, p. 575), dobré zotavení po CMP však závisí na dobré funkci mirror neuron systému (Buccino et al., 2006, p. 61).

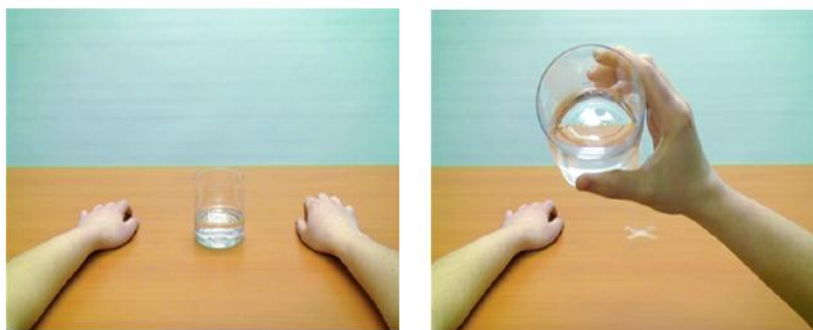
2.3 Perspektiva při action observation

Pohyb se dá pozorovat z velkého množství vizuálních perspektiv. Póly tvoří pohled z 1. perspektivy a z 3. perspektivy. Bylo prokázáno, že různé vizuální perspektivy mění během observace pohybu odpověď mozku (Héту et al., 2011, p. 1).

2.3.1 1. perspektiva

Pohled z 1. perspektivy je egocentrický (viz Obrázek 1) (Héту et al., 2011, p. 2). Studie zjistily, že během observace pohybu z 1. perspektivy byly výrazněji aktivovány cuneus a střední okcipitální gyrus (Héту et al., 2011, p. 6). Také se prokázalo, že observace pohybu z 1. perspektivy je spojena se zvýšenou aktivitou v kontralaterální hemisféře k pohybující se horní končetině (Héту et al., 2011, p. 8).

Obrázek 1 Pohled z 1. perspektivy



2.3.2 3. perspektiva

Allocentrický pohled z 3. perspektivy je pohled na pohyb někoho jiného, nebo pohled na vlastní pohyb v zrcadle či na obrazovce (viz Obrázek 2) (Hétu et al., 2011, p. 2). Při sledování pohybu z 3. perspektivy byl výrazněji zapojen linguální gyrus okcipitálního laloku (Hétu et al., 2011, p. 6). Observace pohybu z této perspektivy aktivovala ipsilaterální hemisféru (Hétu et al., 2011, p. 8).

Obrázek 2 Pohled z 3. perspektivy



3 MOŽNOSTI HODNOCENÍ MOTOR IMAGERY A ACTION OBSERVATION

CMP má více kognitivních dopadů časně po iktu, než později od příhody (Stevens, Stoykov, 2001 in de Vries et al., 2011, p. 2), proto může být hodnocení motor imagery do značné míry ovlivněno dobou hodnocení. Z výsledků studií plyne, že motor imagery se po CMP obnovuje, a proto má smysl dělat motor imagery screening již pár týdnů po CMP (de Vries et al., 2011, p. 2).

3.1 Zobrazovací metody

Ke zjištění mozkové aktivity během motor imagery a action observation se používají tyto metody: fMRI (funkční magnetická rezonance) (Burianová et al., 2013, pp. 50-58; Lafleur et al., 2002, pp. 142-157; Lotze et al., 1999 in Jackson et al., 2001, p. 1134; Wang et al., 2014, pp. 1-9; Xu et al., 2014, pp. 184-194), MEG (magnetoencefalografie) (Burianová et al., 2013, pp. 50-58; Lang et al., 1996, pp. 125-129; Rienzo et al., 2012, p. 1; Schnitzler et al., 1997 in Jackson et al., 2001, p. 1134), EEG (elektroencefalografie) (Beisteiner et al., 1995 in Jackson et al., 2001, p. 1134; De Vico Fallani et al., 2013, pp. 438-449; Lang et al., 1996, pp. 125-129; Miller et al., 2009, pp. 1-6), TMS (transkraniální magnetická stimulace) (Aono et al., 2013, pp. 1-6; Cicinelli et al., 2006, p. 247-253; Park, Li, 2011, pp. 255–259) a PET (pozitronová emisní tomografie), kde se monitoruje regionální cerebrální průtok krve (Stephan et al., 1995, pp. 373-386). Dále se také využívá fNIRS (Functional Near-Infrared Spectroscopy), což je neinvazivní technika, která mapuje oxygenaci mozkové tkáně a metabolickou aktivitu během neurálních procesů (Holper et al., 2010, pp. 2).

3.2 Dotazníky

V současné době jsou k dispozici dotazníky motorické představivosti, které hodnotí schopnost jedince vykonat mentální úkoly (Butler et al., 2012, p. 1). Nejpoužívanějším je MIQ (Movement Imagery Questionnaire) a jeho zkrácené verze: MIQ-R (Movement Imagery Questionnaire - Revised) a MIQ-RS (Movement Imagery Questionnaire - Revised for Stroke) (Gregg et al., 2007, p. 250). Existují dotazníky, určené pro zdravou dospělou a sportující populaci, zahrnující pohyby, které vyžadují vysoký stupeň dovednosti a koordinace, kam řadíme MIQ, MIQ-R a VMIQ (Butler et al., 2012, p. 1; Roberts et al., 2008, p. 201).

MIQ je 18-ti položkový dotazník, který byl (ve snaze minimalizovat čas, potřebný k administraci, a odstranit fyzicky náročné úkoly) zkrácen z originálních 18 položek na 8 a přejmenován na MIQ-R (Butler et al., 2012, p. 2; Moreau et al., 2010, p. 95). MIQ a MIQ-R spolu vysoce korelují (Gregg et al., 2007, p. 250), jsou platné pouze pro zdatné jedince a jsou nevhodné pro osoby s tělesným omezením (Butler et al., 2012, p. 2). VMIQ (Vividness of Movement Imagery Questionnaire) byl jeden z prvních dotazníků, který byl vyvinut k měření schopnosti motorické představy (McAvinue, Robertson, 2008, p. 234) a patří mezi nejpoužívanější způsob hodnocení motor imagerie ve sportovní doméně (Isaac et al., 1986 in Roberts et al., 2008). Byl navržen tak, aby hodnotil vizuální a kinestetickou představu různých motorických úkolů, např. při běhu z kopce nebo skoku z vysoké zdi (Roberts et al., 2008, p. 201).

Pro osoby s tělesným postižením (nejen) po CMP byly speciálně navrženy dotazníky MIQ-RS (viz dále) a KVIQ (Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire). Všechny položky obou dotazníků se provádějí vsedě, a proto jsou relativně bezpečné a nejsou fyzicky náročné. Nevýhodou KVIQ je, že je časově náročný na administraci (Gregg et al., 2007, p. 250), úkoly jsou méně funkční a nejsou pro testovanou osobu do detailu popsány (Butler et al., 2012, pp. 2-3).

3.2.1 Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke

Movement Imagery Questionnaire - Revised for Stroke (MIQ-RS) je dotazník, který kvantifikuje schopnost jedince vykonávat mentální úkoly (Butler et al., 2012, pp. 1, 3). Jedná se již o druhé upravené vydání původního MIQ a MIQ-R, všechny verze však spolu vysoce korelují (Gregg et al., 2007, p. 250; Butler et al., 2012, p. 1). MIQ-RS byl speciálně navržen pro posouzení představivosti u osob s tělesným omezením po CMP (Butler et al., 2012, p. 2; Gregg et al., 2007, p. 251) a je primárně zaměřen na horní končetiny (Gregg et al., 2007, p. 249). Tato revidovaná verze dotazníku, zaměřená na osoby s omezenou pohyblivostí, zahrnuje funkční úkoly převážně horními, ale i dolními končetinami, které mohou lépe odrážet individuální motorický výkon a funkční schopnosti (Butler et al., 2012, pp. 2-3; Gregg et al., 2007, p. 251). Funkční úkoly, zahrnuté do MIQ-RS mají také mnohem větší zastoupení v každodenních činnostech jedince, jako je předklon, tlačení do dveří, chycnutí za kliku, napití se ze sklenice atd. (Butler et al., 2012, p. 8; Gregg et al., 2007, p. 251).

MIQ-RS je 14-ti položkový dotazník, který obsahuje 7 vizuálních a 7 kinestetických položek (Butler et al., 2012, p. 3). Vizuální a kinestetická složka jsou dvě samostatné skupiny testu, které sdílejí podobné vlastnosti. MIQ-RS byl navržen tak, aby bylo účastníkovi povoleno si preferenčně vybrat mezi představou z pohledu 1. a 3. perspektivy. U pacientů po CMP se však zdá být 3. perspektiva efektivnější (Butler et al., 2012, p. 8).

Pro každou položku testu jsou stanoveny 4 kroky. Jako první přečte vyšetřující pacientovi pokyny o výchozí pozici a následně je vyzván k jejímu zaujetí (Gregg et al., 2007, p. 250; McAvinue, Robertson, 2008, p. 236). Všechny úkoly se provádějí vsedě, tudíž jsou relativně bezpečné a nejsou příliš fyzicky náročné (Butler et al., 2012, p. 2-3). Dále je přečten detailní popis pohybu (Gregg et al., 2007, p. 250; McAvinue, Robertson, 2008, p. 236). Každý pohyb v testu je fyzicky proveden jak vyšetřujícím, tak pacientem (Butler et al., 2012, p. 2; Gregg et al., 2007, p. 250). Je dovoleno pohyb vykonat pouze jednou (McAvinue, Robertson, 2008, p. 236). Pacient je opět vyzván k zaujetí výchozí pozice, zavře si oči a představuje si daný pohyb na kontralaterální končetině s využitím vizuální nebo kinestetické složky dle zadání (Butler et al., 2012, p. 3; McAvinue, Robertson, 2008, p. 236). Po představě každého pohybu hodnotí pacienti obtížnost „viděných“ i „cítěných“ mentálních úkolů pomocí dvou sedmi

položkových škál. Skóre 1 znamená „velmi těžké vidět / cítit“ a skóre 7 „velmi lehké vidět / cítit“ (Butler et al., 2012, p. 3; Gregg et al., 2007, pp. 250-1; McAvinue, Robertson, 2008, p. 236). Celkové skóre (max. 98 bodů) však odráží pouze subjektivní vnímání představovaného pohybu (de Vries, Mulder, 2007, p. 10).

K administraci vyžaduje 25-30 minut a měl by ho vykonávat vyškolený terapeut, který čte instrukce, předvádí požadovaný pohyb a zaznamenává výsledky (Butler et al., 2012, p. 3).

Mnohé studie prokázaly, že MIQ-RS je validní a reliabilní u osob po CMP s mírným až středním funkčním deficitem, ale zároveň i u zdravé populace a starších jedinců (Butler et al., 2012, p. 8). To, že jsou pohyby konkrétně popsány, zaručuje, že všichni pacienti si představují stejný pohyb, což svědčí o vysoké test-retest reliabilitě (Butler et al., 2012, p. 2). Bylo zjištěno, že věk a skóre MIQ-RS nekorelují (Butler et al., 2012, p. 8).

3.3 Motor Imagery Index

Snahou vědců je stanovit tzv. motor imagery index (MII), který začleňuje určité aspekty různých měření a sjednocuje je do jednoho indexu kvality motorické představy. Motor imagery index lze vypočítat z šesti dílčích indexů:

$$MII = c1 \cdot SI1 + c2 \cdot SI2 + c3 \cdot SI3 + c4 \cdot SI4 + c5 \cdot SI5 + c6 \cdot SI6,$$

kdy SI1 měří motor imagery kvalitu na základě subjektivního přístupu - sebehodnocení. SI2 je získaný z psychologického dotazníku, speciálně hodnotícího schopnost motor imagery (např. MIQ-RS) a SI3 se vypočítá z isochronie. SI4, SI5 a SI6 se týkají elektrodermální aktivity a srdeční odpovědi. Koeficienty c1-6 určují relativní důležitost každého dílčího indexu: c1, c2 a c4 mají hodnotu 1 bod, c3, c5 a c6 mají hodnotu 2 body. Výpočet každého dílčího indexu je specifický a je sestaven tak, aby se při maximálním nejlepším hodnocení rovnal 1, respektive 2 bodům. Maximální hodnota získaná výpočtem motor imagery indexu je 9 bodů (Collet et al., 2011, pp. 14-15).

4 CÍLE A HYPOTÉZY

4.1 Cíl práce

Cílem této práce bylo zhodnotit změnu svalové aktivity na horní končetině během motor imagery, action observation a reálného vykonání pohybu u zdravých probandů a pacientů po CMP. Zkoumal se také vliv Action observation terapie na svalovou aktivitu paretické horní končetiny u pacientů po CMP během 14ti-denní terapie.

4.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1

Má představa nebo observace pohybu vliv na aktivitu svalů paretické horní končetiny u pacientů po CMP?

Hypotéza H_{01} : Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu napítí se ze sklenice.

Hypotéza H_{02} : Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice.

Hypotéza H_{03} : Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice.

Vědecká otázka č. 2

Má představa nebo observace pohybu vliv na aktivitu svalů horní končetiny u zdravých jedinců?

Hypotéza H₀₄: Svalová aktivita pro horní končetinu zdravých jedinců se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu napítí se ze sklenice.

Hypotéza H₀₅: Svalová aktivita pro horní končetinu zdravých jedinců se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice.

Hypotéza H₀₆: Svalová aktivita pro horní končetinu zdravých jedinců se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice.

Vědecká otázka č. 3

Má Action Observation Therapy vliv na svalovou aktivitu paretické horní končetiny u pacientů po CMP?

Hypotéza H₀₇: Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům na počátku a na konci Action Observation Therapy.

Hypotéza H₀₈: Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu na počátku a na konci Action Observation Therapy.

Hypotéza H₀₉: Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu na počátku a na konci Action Observation Therapy.

Vědecká otázka č. 4

Má Action Observation Therapy vliv na časové charakteristiky pohybu paretické horní končetiny u pacientů po CMP?

Hypotéza H_{010} : Neexistuje rozdíl v časových charakteristikách prostého pohybu k ústům na počátku a na konci Action Observation Therapy.

Hypotéza H_{011} : Neexistuje rozdíl v časových charakteristikách při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu napítí se ze sklenice na počátku a na konci Action Observation Therapy.

Hypotéza H_{012} : Neexistuje rozdíl v časových charakteristikách při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice na počátku a na konci Action Observation Therapy.

Vědecká otázka č. 5

Změní se během Action Observation Therapy klinické hodnocení pacientů po CMP?

Hypotéza H_{013} : Neexistuje rozdíl v hodnotách MIQ-RS na začátku a na konci Action Observation Therapy.

Hypotéza H_{014} : Neexistuje rozdíl v hodnotách ARAT na začátku a na konci Action Observation Therapy.

Hypotéza H_{015} : Neexistuje rozdíl v hodnotách MMSE na začátku a na konci Action Observation Therapy.

5 METODIKA

5.1 Charakteristika testovaných subjektů

Měření se zúčastnilo celkem 30 probandů - 15 probandů s CMP a 15 zdravých jedinců, sloužících jako kontrolní skupina. Jedinci s CMP byli v subakutním až chronickém stádiu (subakutní \varnothing 24 dnů, chroničtí \varnothing 632 dnů) od iktu s predilekčním poškozením horní končetiny. U těchto pacientů probíhala souběžná standardní fyzioterapie na lůžkovém oddělení rehabilitace ve FN Olomouc. Podmínkou zařazení do studie byla první klinicky evidentní CMP s mírnou unilaterální parézou HK, neporušené povrchové i hluboké cití paretické končetiny, schopnost komunikace, porozumění a spolupráce. Ze studie byli vyřazeni všichni probandi, kteří se nezvládli napít ze sklenice paretickou HK, kteří měli progresivní neurologické onemocnění, neglect syndrom, apraxii, těžkou afázií, závažnější poruchu zraku či sluchu, kontraktury, komorbidity ovlivňující funkce horní končetiny a významnou kognitivní poruchu. Průměrné charakteristiky testovaných probandů jsou uvedeny v Tabulce 1, kompletní anamnestické údaje pak ukazuje Příloha 3. Všichni probandi měli dominantní pravou horní končetinu. Účastníci byli seznámeni s průběhem měření a podepsali informovaný souhlas (viz Příloha 4) s participací na studii. Tato studie byla schválena Etickou komisí Fakulty zdravotnických věd UP.

Tabulka 1 Základní charakteristiky experimentální a kontrolní skupiny

	Experimentální skupina (n=15)	Kontrolní skupina (n=15)
	Průměr	Průměr
Věk [let]	63,53	65,07
Výška [m]	174,40	171,13
Hmotnost [kg]	84,33	85,07

5.2 Realizace experimentu

Studie byla realizována v prostorách kineziologické laboratoře Fakultní nemocnice v Olomouci. Před zahájením experimentu byly subjektům vyšetřeny motorické dovednosti horních končetin a schopnost motorické představy klinickými testy. Dále byli probandi zhodnoceni elektromyografickým měřením. Tento postup se opakoval před i po dvou-týdenní terapii observací pohybu.

5.2.1 Klinické testy

Pro hodnocení funkce HKK byl použit Action Research Arm Test (ARAT) (viz Příloha 5) a modifikovaná Ashwortova škála (MAS) (viz Příloha 6). Pro zjištění kognitivního stavu byl aplikován Mini Mental State Examination (MMSE) (viz Příloha 7). Ke zhodnocení schopnosti motorické představy byl vyšetřen Movement Imagery Questionnaire-Revised for Stroke (MIQ-RS) (viz Příloha 8).

5.2.1.1 Action Research Arm Test

Action Research Arm Test (ARAT) je široce používaným nástrojem pro hodnocení obnovy motorických funkcí horní končetiny po CMP (Devesse et al., 2012, p. 2; Hsieh et al., 1998, p. 107; Chen et al., 2012, p. 1039; Lang, 2013, p. 4; Lyle, 1981, p. 490; McDonnell, 2008, p. 220; Platz et al., 2003, p. 405;). Je navržen pro evaluaci schopnosti manipulace s různými předměty oběma horními končetinami (Hsieh et al., 1998, pp. 107, 111; Lyle, 1981, p. 487; Platz et al., 2003, p. 405)

5.2.1.2 Modifikovaná Ashwortova škála

MAS je subjektivní hodnotící škála, která popisuje změnu svalového tonu (Snow et al., 1990 in Shumway-Cook, Woollacott, 2010, p. 113) u pacientů s neurologickými poruchami (Bohannon, Smith, 1987, p. 207). U testovaných probandů byl vyšetřován zvýšený svalový tonus na m. biceps brachii a m. flexor digitorum.

5.2.1.3 Mini Mental State Examination

Mini Mental State Examination (MMSE) je jednoduchá, skórovaná forma dotazníkového vyšetření kognitivního stavu (Folstein et al., 1973, p. 189) pacientů s centrálním neurologickým poškozením (Cockrell, Folstein, 2002, p. 139; Eslinger et al., 2003, p. 23; Folstein et al., 1973, p. 189).

5.2.2 Elektromyografické měření

Měření bylo realizováno pomocí 16-ti kanálového elektromyografu firmy Noraxon. Prvních 7 svodů snímalo aktivitu svalů a na posledním svodu byl zapojen akcelerometr. Celé experimenty byly současně nahrávány na videokameru, která byla synchronizovaná s elektromyografem, pro následné detailní vyhodnocení výsledků.

5.2.2.1 Příprava probandů

Svalové břicho konkrétního svalu bylo před aplikací elektrod nejprve vypalováno v izometrické aktivitě. Místo nalepení bylo očištěno abrazivní pastou, otřeno navlhčeným ručníkem a osušeno. Následně zde byly aplikovány dvě stejně velké samoadhezivní elektrody (\varnothing 24 mm), které byly nalepeny kolmo v průběhu svalových vláken. Mezi hodnocené svaly byly zařazeny: m. trapezius (pars descendens), m. deltoideus, m. biceps brachii, m. serratus anterior, m. triceps brachii, m. flexor digitorum a m. extenzor digitorum bilaterálně. Pod hlavičku 3. metakarpu měřené horní končetiny byl zároveň aplikován akcelerometr. Indiferentní elektroda byla umístěna na processus spinosus sedmého krčního obratle

5.2.2.2 Výchozí pozice

Výchozí poloha pro všechny testované situace a probandy byla standardizována: vzpřímený sed u stolu, mírná abdukce a flexe v kyčelních kloubech, kolena ve flexi a chodidla v kontaktu s podlahou. Horní končetiny byly položeny na stole v mírné flexi v ramenním i loketním kloubu, předloktí v pronaci a akra ve středním postavení. Sklenice byla umístěna na označeném místě uprostřed, mezi dlaněmi volně položených horních končetin na stole, ve střední rovině těla (viz Příloha 9).

5.2.2.3 Průběh měření na elektromyografu

Po zaujetí výchozí pozice byli dotyční probandi vyzváni k absolutní relaxaci svalů, pro možnost naměření klidové svalové aktivity. Následně byli vybídnuti k vykonání těchto podmínek (viz Příloha 10):

1. prostý bezúčelný pohyb ruky k ústům (**PÚ**) (viz Příloha 10a),
2. pohyb ruky k ústům se zavřenýma očima a současnou představou napít se ze sklenice (**PP**) (viz Příloha 10b),
3. pohyb ruky k ústům se současnou představou i observací napít se ze sklenice na videu (**PO**) (viz Příloha 10c)
4. pohyb ruky se sklenicí k ústům se současnou představou i observací napít se ze sklenice na videu (**POS**) (viz Příloha 10d),
5. pohyb ruky k ústům se sklenicí naplněnou voskem se současnou představou napít se ze sklenice (**PV**) (viz Příloha 10e),
6. a reálné provedení pohybu napít se ze sklenice s vodou (**PN**) (viz Příloha 10f).

Výše popsané situace nebyly probandy vykonávány v posloupnosti, jak jsou zde uvedené, ale náhodně (losování papírků s náhodným pořadím podmínek), aby se vyloučil vliv motorického učení na jednotlivé situace při výše uvedeném pořadí.

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

Video pro podmínky 3 a 4 bylo natočeno z 1. perspektivy a bylo probandům pouštěno z monitoru, umístěného uprostřed zorného pole přímo před účastníkem.

Sklenice naplněné vodou nebo voskem pro podmínky 4, 5 a 6 měly identickou velikost ($d=7\text{cm}$; $v=8,75\text{cm}$), objem ($V_{\text{vody}}=140\text{ ml}$), tvar i hmotnost (300 g).

Každá testovaná situace byla realizována vždy ve čtyřech opakováních pro pravou a levou (paretickou i neparetickou) horní končetinu. Probandi s disabilitou

vykonávali pohyby nejdříve neparetickou, posléze paretickou končetinou. Kontrolní osoby nejdříve dominantní, potom nedominantní horní končetinou. Mezi jednotlivými testovanými situacemi byl poskytnut časový interval (cca 1 minuta) pro odpočinek.

5.2.3 Průběh terapie observací

Action observation terapie pacientů po CMP probíhala v prostorách oddělení lůžkové rehabilitace FNOL. Po dobu Action observation terapie pacienti pohodlně seděli u stolu s notebookem. Ten byl umístěn přímo naproti pozorovateli. Horní končetiny byly volně položené na stole vedle notebooku. Pacientům byla puštěna videonahrávka, na které byla zobrazena aktivita napítí se ze sklenice (viz Příloha 11). Dle lateralizace paretické HK bylo zvoleno video pro pravou nebo levou horní končetinu. Pacienti pozorně sledovali pohybující se horní končetinu na obrazovce a představovali si, že to je jejich poškozená HK. Byli instruováni, že během samotné observace nemají provádět žádný pohyb. Po ukončení videosekvence se pokusili napodobit observovaný pohyb paretickou HK reálně. Tuto terapii vykonávali 10-15 minut, dvakrát denně (dopoledne a odpoledne) po dobu cca 2 týdnů.

5.3 Zpracování dat

5.3.1 Popis zpracování naměřených dat

Všechna měření byla zaznamenána a vyhodnocena počítačovým programem MR-XP 1.08 Master Edition. Každý pohyb byl rozdělen na 5 fází: dosah a uchopení sklenice, pohyb HK k ústům, napítí se, pokládání sklenice na stůl a položení HK do výchozí pozice. Do vyhodnocení výsledků byly zahrnuty a pomocí markerů označeny 1. a 2. fáze, tj. dosah a úchop sklenice a pohyb horní končetiny k ústům. Jednalo se o časový interval od začátku pohybu po okamžik přiložení ruky nebo sklenice k ústům. K přesnému stanovení jednotlivých fází byla použita data z akcelerometru a videonahrávka synchronizovaná s EMG. Ze surového záznamu byly odstraněny EKG artefakty. Následně byl signál plně rektifikován a vyhlazen využitím

algoritmu RMS a okna o velikosti 100 ms. Byl použit standardní report Average Activation. Získaná data byla převedena do programu Microsoft Office Excel. Výsledky reportu prošly časovou normalizací, kdy byly rozděleny na 100 dílů, ze kterých vplynuly parametry průměr a plocha pod křivkou pro každé měření. Pro zhodnocení byl vybrán parametr Mean (průměr).

5.3.2 Statistické zpracování dat

Pro statistickou analýzu dat byl použit program STATISTICA CZ verze 12 firmy StatSoft. Pro charakter výzkumu byl potřeba prokázat rozdíl ve svalové aktivitě mezi jednotlivými testovanými situacemi. Naměřená data byla nejprve normalizována a následně bylo pomocí Shapiro-Wilkova W testu a K-S & Lillieforsova testu normality ověřováno, zda data vykazují normální rozdělení a dle výsledků byly použity buď parametrické, nebo neparametrické testy. K ověření platnosti stanovených hypotéz bylo v případech s normálním rozložením dat použito Studentova t-testu pro prokázání rozdílu mezi jednotlivými testovanými situacemi (PŮ, PP, POS) u experimentální i kontrolní skupiny i u zhodnocení časových charakteristik před a po terapii. Wilcoxonův párový test byl použit v případech, kdy data nevykazovala normální rozdělení, tedy pro zjištění rozdílů ve svalové aktivitě v jednotlivých situacích (PŮ, PP, POS) před a po terapii. Za signifikantní byly považovány výsledky na hladině významnosti * - $p < 0,05$ a ** - $p < 0,01$.

6 VÝSLEDKY

Každý pohyb horní končetiny byl metodicky rozdělen na 5 fází: dosah a uchopení sklenice, pohyb HK k ústům, napití se, pokládání sklenice na stůl a položení HK do výchozí pozice. Pro účely této práce se shodně pro všechny pohyby a situace hodnotil dosah, uchopení a pohyb ruky k ústům dohromady, protože samotné napití ze sklenice trvalo u každého probanda jinak dlouho, což by zkreslovalo výsledky.

6.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1

Vědecká otázka č. 1 ve znění „*Má představa nebo observace pohybu vliv na aktivitu svalů paretické horní končetiny u pacientů po CMP?*“ byla řešena ve třech hypotézách (H_{01} - H_{03}).

Cílem bylo zjistit, jaká je svalová aktivita vybraných svalů na paretické horní končetině u pacientů po CMP při prostém pohybu k ústům (PÚ), pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu (PP) a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice (POS) a porovnat jednotlivé situace mezi sebou podle uvedených hypotéz.

Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05 a pomocí t- testu se spočítala statistická významnost (p) pro následné ověření nulových hypotéz.

6.1.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického hodnocení

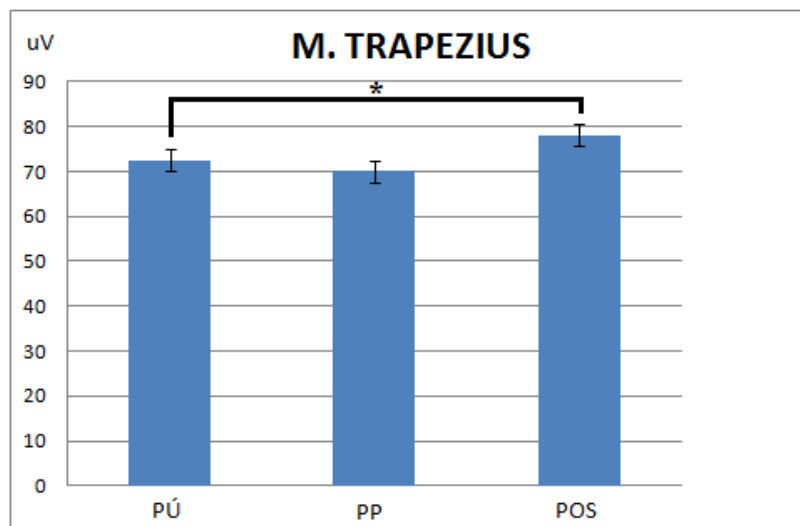
Hypotézu H_{01} ve znění „*Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu napití se ze sklenice*“ zamítáme pro m. biceps brachii a m. extenzor digitorum. Pro ostatní testované svaly nelze zamítnout (viz Příloha 12).

Hypotézu H_{02} ve znění „Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou observací pohybu napití se ze sklenice“ zamítáme pro m. trapezius, m. deltoideus, m. biceps brachii a m. extenzor digitorum. Pro ostatní svaly nelze zamítnout (viz Příloha 12).

Hypotézu H_{03} ve znění „Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice“ zamítáme pro m. deltoideus a m. extenzor digitorum. Pro ostatní svaly nelze zamítnout (viz Příloha 12).

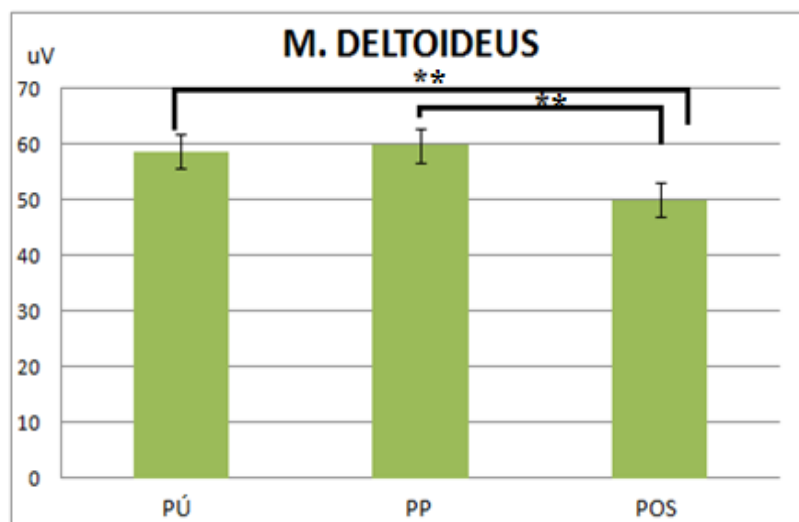
Výsledky pro ověření hypotéz H_{01} - H_{03} jsou uvedeny v Příloze 12 a znázorněny v Grafech 1-4. Grafy ukazují průměry svalové aktivity čtyř testovaných pokusů sledovaných svalů paretické horní končetiny.

Graf 1 Aktivita m. trapezius během testovaných situací na paretické HK



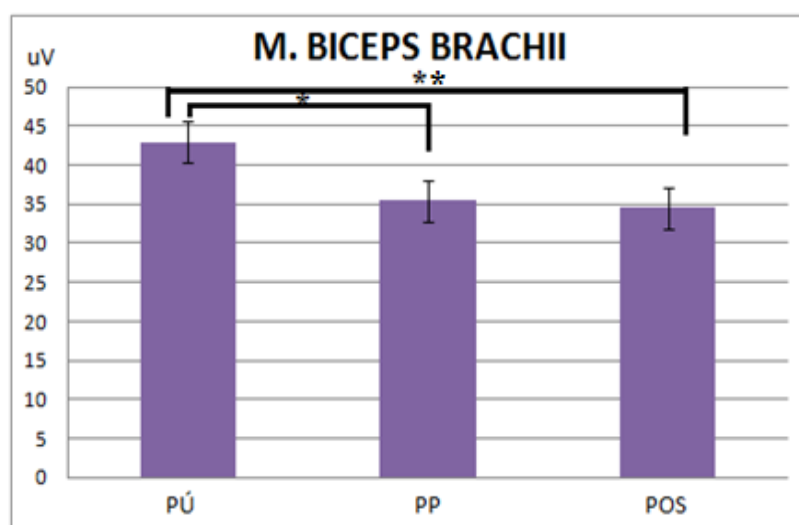
Legenda ke Grafu 1: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; * - $p < 0,05$

Graf 2 Aktivita m. deltoideus během testovaných situací na paretické HK



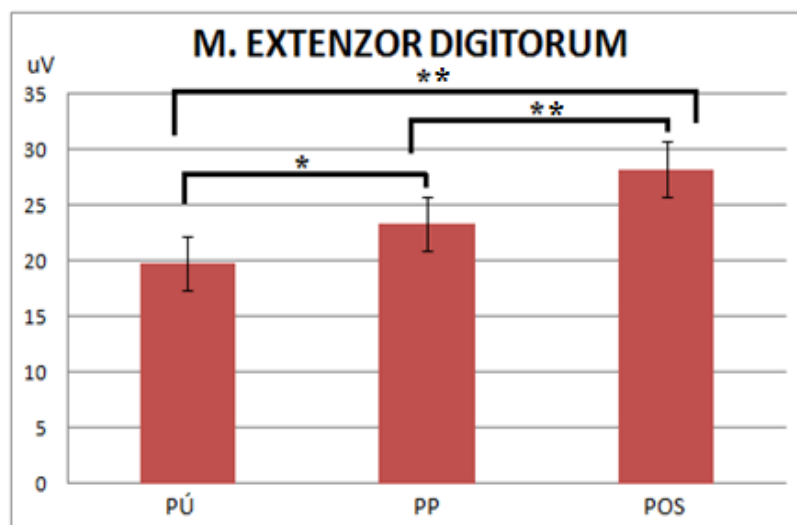
Legenda ke Grafu 2: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

Graf 3 Aktivita m. biceps brachii během testovaných situací na paretické HK



Legenda ke Grafu 3: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

Graf 4 Aktivita m. extenzor digitorum během testovaných situací na paretické HK



Legenda ke Grafu 4: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

6.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2

Vědecká otázka č. 2 ve znění „*Má představa nebo observace pohybu vliv na aktivitu svalů horní končetiny u zdravých jedinců?*“ byla řešena ve třech hypotézách (H_{04} - H_{06}).

Cílem bylo zjistit, jaká je svalová aktivita vybraných svalů na dominantní horní končetině u kontrolní zdravé skupiny při prostém pohybu k ústům (PÚ), pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu (PP) a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice (POS) a porovnat jednotlivé situace mezi sebou podle uvedených hypotéz.

Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05 a pomocí t-testu se počítala statistická významnost (p) pro následné ověření nulových hypotéz.

6.2.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení

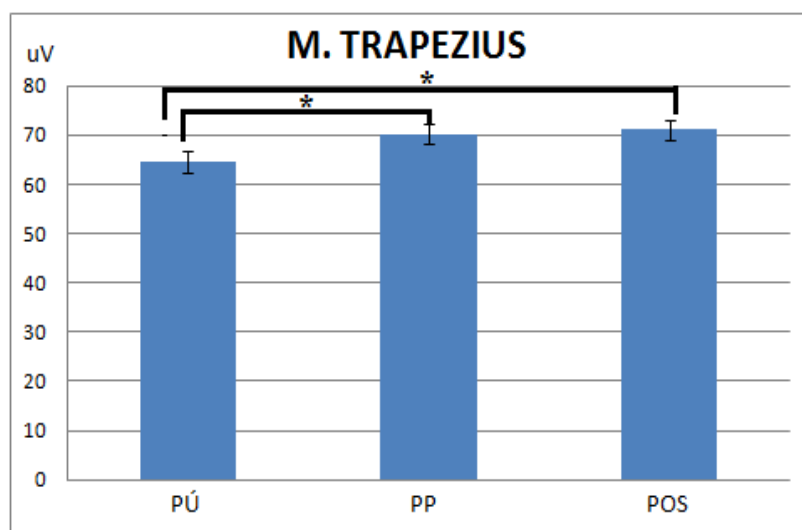
Hypotézu H_{04} ve znění „*Svalová aktivita pro horní končetinu zdravých jedinců se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu napití se ze sklenice*“ zamítáme pro m. trapezius. Pro ostatní testované svaly nelze zamítnout (viz Příloha 13).

Hypotézu H_{05} ve znění „*Svalová aktivita pro horní končetinu zdravých jedinců se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům a při pohybu ruky k ústům se současnou observací pohybu napití se ze sklenice*“ zamítáme pro m. trapezius a m. extenzor digitorum. Pro ostatní testované svaly nelze zamítnout (viz Příloha 13).

Hypotézu H_{06} ve znění „*Svalová aktivita pro horní končetinu zdravých jedinců se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice*“ zamítáme pro m. deltoideus a m. extenzor digitorum. Pro ostatní testované svaly nelze zamítnout (viz Příloha 13).

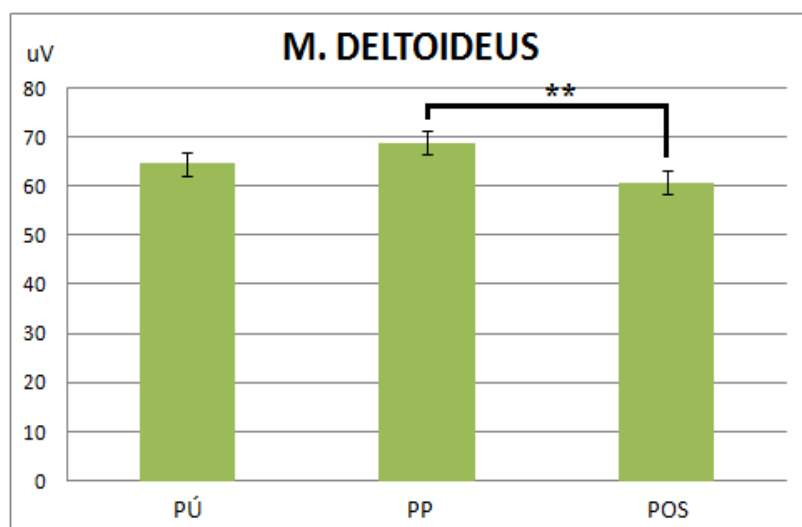
Výsledky pro ověření hypotéz H_{04} - H_{06} jsou uvedeny v Příloze 13 a znázorněny v Grafech 5-7. V grafech jsou znázorněny průměry svalové aktivity čtyř testovaných pokusů sledovaných svalů dominantní horní končetiny.

Graf 5 Aktivita m. trapezius během testovaných situací na HK zdravých jedinců



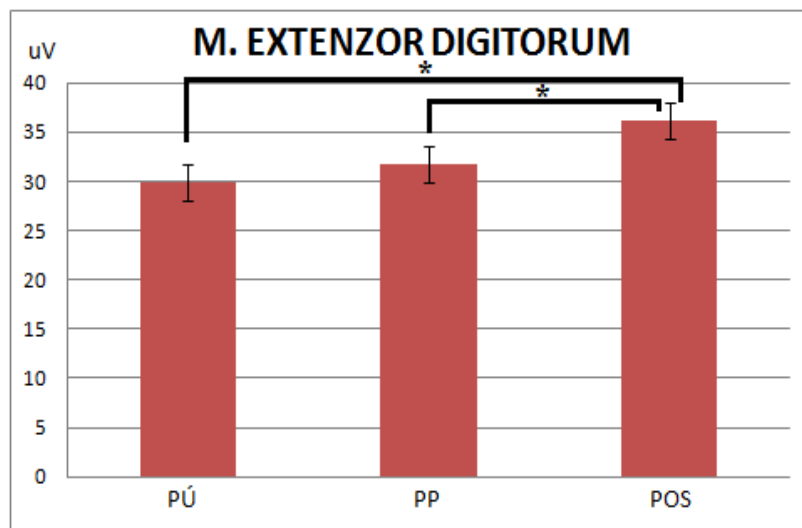
Legenda ke Grafu 5: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; * - $p < 0,05$

Graf 6 Aktivita m. deltoideus během testovaných situací na HK zdravých jedinců



Legenda ke Grafu 6: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; ** - $p < 0,01$

Graf 7 Aktivita m. extenzor digitorum během testovaných situací na HK zdravých jedinců



Legenda ke Grafu 7: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; * - $p < 0,05$

6.3 Výsledky k vědecké otázce č. 3

Vědecká otázka č. 3 ve znění „*Má Action Observation Therapy vliv na svalovou aktivitu paretické horní končetiny u pacientů po CMP?*“ byla řešena ve třech hypotézách (H_{07} - H_{09}).

Cílem bylo zjistit, zda je rozdíl ve svalové aktivitě vybraných svalů na paretické horní končetině u pacientů po CMP před a po Action Observation Therapy při prostém pohybu k ústům (PÚ), pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu (PP) a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice (POS) a porovnat analogické situace mezi sebou podle uvedených hypotéz.

Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05 a dle testu normality dat se spočítala pomocí parametrického t-testu a neparametrického Wilcoxonova párového testu statistická významnost (p) pro následné ověření nulových hypotéz.

6.3.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení

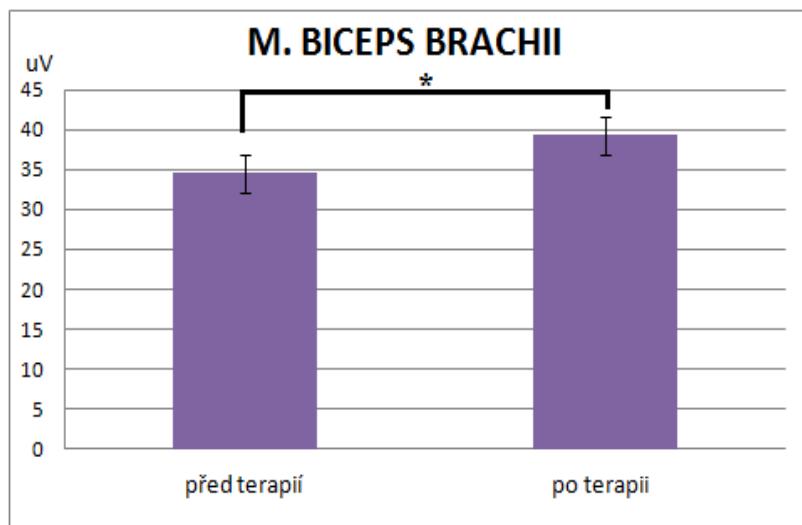
Hypotézu H_{07} ve znění „*Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání prostého pohybu k ústům na počátku a na konci Action Observation Therapy*“ nelze zamítnout pro žádný z testovaných svalů (viz Příloha 14).

Hypotézu H_{08} ve znění „*Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou na počátku a na konci Action Observation Therapy*“ nelze zamítnout pro žádný z testovaných svalů (viz Příloha 14).

Hypotézu H_{09} ve znění „*Svalová aktivita pro paretickou horní končetinu u pacientů po CMP se neliší při porovnání pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací na počátku a na konci Action Observation Therapy*“ zamítáme pro m. biceps brachii. Hypotézu nelze zamítnout pro ostatní testované svaly (viz Příloha 14).

Výsledky pro ověření hypotéz H_{07} - H_{09} jsou uvedeny v Příloze 14 a znázorněny v Grafu 8. V grafech jsou znázorněny průměry svalové aktivity čtyř testovaných pokusů sledovaných svalů paretické horní končetiny.

Graf 8 Aktivita m. biceps brachii při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu před a po terapii pacientů po CMP



Legenda ke Grafu 8: * - $p < 0,05$

6.4 Výsledky k vědecké otázce č. 4

Vědecká otázka č. 4 ve znění „*Má Action Observation Therapy vliv na časové charakteristiky pohybu paretické horní končetiny u pacientů po CMP?*“ byla řešena ve třech hypotézách (H_{010} - H_{012}).

Cílem bylo zjistit, zda je rozdíl v časových charakteristikách pohybu paretickou horní končetinou u pacientů po CMP před a po Action Observation Therapy při prostém pohybu k ústům (PÚ), pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu (PP) a při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice (POS).

Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05 a dle testu normality dat se spočítala pomocí parametrického t-testu statistická významnost (p) pro následné ověření nulových hypotéz.

6.4.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení

Hypotézu H_{010} ve znění „*Neexistuje rozdíl v časových charakteristikách prostého pohybu k ústům na počátku a na konci Action Observation Therapy*“ nelze zamítnout (viz Tabulka 2).

Hypotézu H_{011} ve znění „*Neexistuje rozdíl v časových charakteristikách při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu napítí se ze sklenice na počátku a na konci Action Observation Therapy*“ zamítáme (viz Tabulka 2).

Hypotézu H_{012} ve znění „*Neexistuje rozdíl v časových charakteristikách při pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice na počátku a na konci Action Observation Therapy*“ nelze zamítnout (viz Tabulka 2).

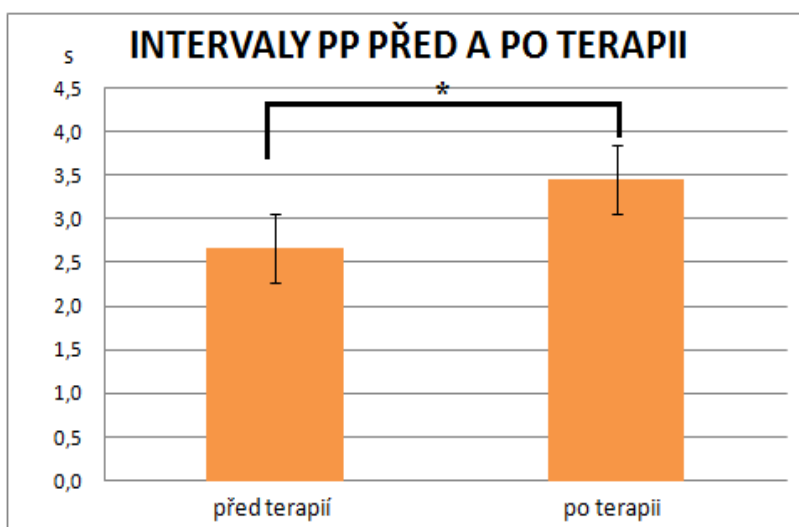
Výsledky pro ověření hypotéz H_{010} - H_{012} jsou uvedeny v Tabulce 2 a znázorněny v Grafech 9-10.

Tabulka 2 P-hodnoty pro délku trvání testovaných situací před a po terapii

	PÚ	PP	POS
p-hodnota	0,109422	0,001225	0,683239

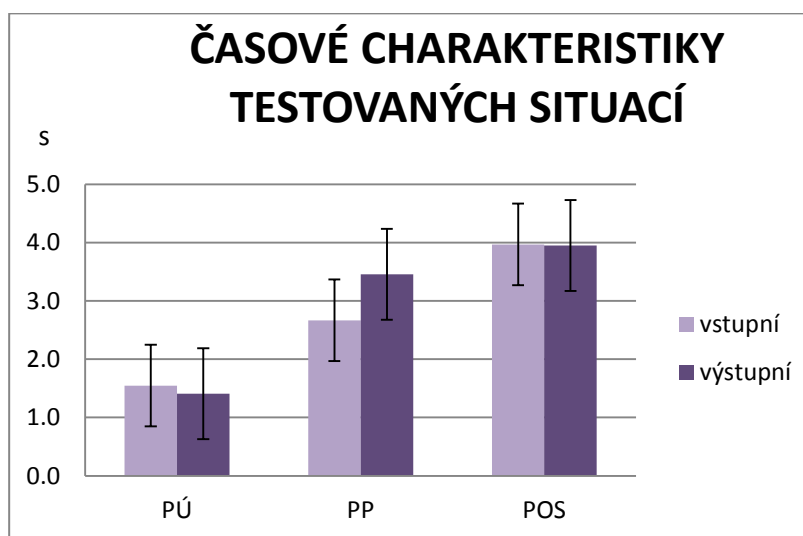
Legenda k Tabulce 2: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napítí se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napítí se ze sklenice

Graf 9 Délka trvání PP před a po terapii pacientů po CMP



Legenda ke Grafu 9: * - $p < 0,05$

Graf 10 Délka trvání PÚ, PP a POS před a po terapii pacientů po CMP



Legenda ke Grafu 10: PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice

6.5 Výsledky k vědecké otázce č. 5

Vědecká otázka č. 5 ve znění „*Změní se během Action Observation Therapy klinické hodnocení pacientů po CMP?*“ byla řešena ve třech hypotézách (H_{013} - H_{015}).

Cílem bylo zjistit, zda se změní výsledky klinických testů u pacientů po CMP před a po Action Observation Therapy.

Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05 a dle testu normality dat se spočítala pomocí parametrického t-testu statistická významnost (p) pro následné ověření nulových hypotéz.

6.5.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zhodnocení

Hypotézu H_{013} ve znění „*Neexistuje rozdíl v hodnotách MIQ-RS na začátku a na konci Action Observation Therapy*“ zamítáme (viz Tabulka 4).

Hypotézu H_{014} ve znění „*Neexistuje rozdíl v hodnotách ARAT na začátku a na konci Action Observation Therapy*“ zamítáme (viz Tabulka 4).

Hypotézu H_{015} ve znění „*Neexistuje rozdíl v hodnotách MMSE na začátku a na konci Action Observation Therapy*“ nelze zamítnout (viz Tabulka 4).

Výsledky pro ověření hypotéz H_{013} - H_{015} jsou uvedeny v Tabulce 3 a 4 a znázorněny v Grafu 11.

Tabulka 3 Souhrn výsledků klinických testů

Klinický test	Měření	Průměr	Medián	
MIQ-RS	vstupní	73,2	75,5	
	výstupní	79,7	81,5	
ARAT	vstupní	46,9	51,5	
	výstupní	53,1	55,5	
MMSE	vstupní	26,4	26,5	
	výstupní	27,1	28,5	
MAS	m. biceps brachii	vstupní	0,8	1
		výstupní	0,9	1
	m. flexor digitorum	vstupní	0,6	1
		výstupní	0,7	1

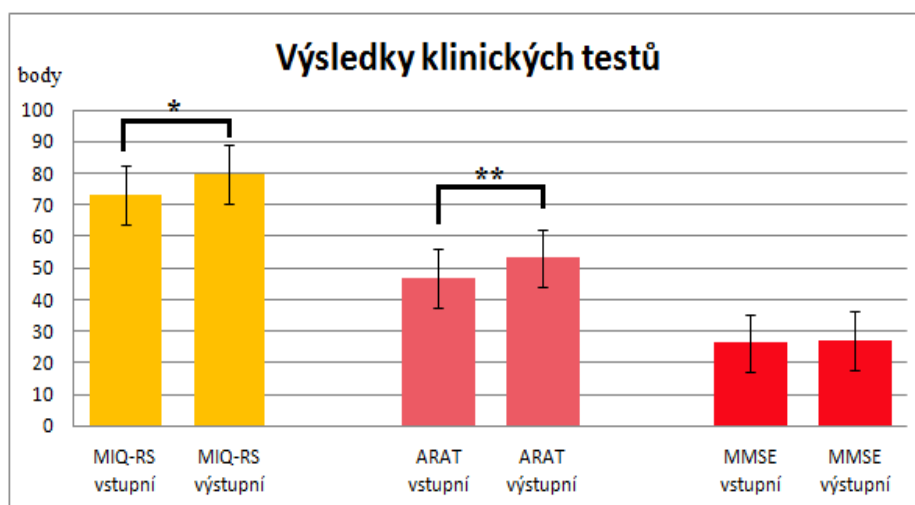
Legenda k Tabulce 3: MIQ-RS – Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke; ARAT – Action Research Arm Test; MMSE – Mini Mental State Examination; MAS – Modifikovaná Ashworthova škála

Tabulka 4 P-hodnoty klinických testů vyšetřovaných před a po terapii

Klinický test	p-hodnota
MIQ-RS	0,006260
ARAT	0,000982
MMSE	0,155133

Legenda k Tabulce 4: MIQ-RS – Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke; ARAT – Action Research Arm Test; MMSE – Mini Mental State Examination

Graf 11 Výsledky klinických testů



Legenda ke Grafu 11: MIQ-RS – Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke; ARAT – Action Research Arm Test; MMSE – Mini Mental State Examination; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

7 DISKUZE

7.1 Cévní mozková příhoda a motorické poškození horní končetiny

Funkce horní končetiny je po CMP poškozena téměř u 80 % pacientů v akutním stádiu (Barker, Mullooly, 1997 in de Vries, Mulder, 2007, p. 5; Murphy et al., 2011, p. 71) a u 40 % pacientů chronicky (Murphy et al., 2011, p. 71). Z toho vyplývá, že přibližně u 50 % pacientů se signifikantní parézou HK dojde během prvních 3 let od mrtvice k obnově důležitých funkcí (Kwakkel et al., 2003 in Bhasin et al., 2012, p. 570). Po CMP dochází k významným změnám, které mají vliv na fungování lidského mozku, pokud jde o motorické dovednosti ruky (Buccino et al., 2006, p. 55). To limituje efektivní pohyb, úroveň aktivity a participaci (Murphy et al., 2011, p. 71). Nezávislost v ADL (Activities of Daily Living) aktivitách po CMP závisí na několika faktorech: na úrovni reziduálních motorických funkcí paretické končetiny, na rozsahu poškození mozku, přítomnosti poruchy citlivosti, kognitivních poruch a poruch nálady. Reziduální motorické funkce poškozené HK jsou také velmi důležité pro self-care aktivity (Bilge et al., 2008 in Franceschini et al., 2010, p. 518). Chronický motorický deficit horní končetiny je často spojen s poruchou timingu, koordinace, ztrátou svalové síly a/nebo spasticitou (de Vries, Mulder, 2007, p. 5).

Jedinci mohou po iktu ztratit významnou část mozkové tkáně, která podporuje neurální okruhy, spojené s vykonáváním pohybu (Buccino et al., 2006, p. 60). Jak časový interval od nástupu příznaků, tak lokalizace a velikost kortikální léze, hrají významnou roli ve stupni motorického poškození po prodělané CMP (Bhasin et al., 2012, p. 576). Časně po ischemizaci v CNS je homeostatické okolí kolem oblasti infarktu obohaceno nervovými růstovými faktory, dochází ke změně transmitterových receptorů a k dalším trofickým procesům (Cramer, Chopp, 2000 in Buccino et al., 2006, p. 59; Dimyan, Cohen, 2011, p. 79). To může podporovat tvorbu synapsí nebo posílit dendritickou arborizaci (Jones, Schallert, 1992 in Buccino et al., 2006, p. 59). V poškozeném mozku dochází k reorganizačním procesům, pokud je poškození po CMP částečné. Jestli-že je funkční systém zničen kompletně, k obnově dochází

převážně substitucí, kdy jsou rekrutovány jiné části mozku, aby převzaly funkce poškozených oblastí (Ward et al., 2003 in Bhasin et al., 2012, p. 574; Ward, 2005 in de Vries, Mulder, 2007, p. 5). Např. obnova pohybů ruky po CMP je spojena s aktivací motorického kortexu, který zodpovídá za pohyby obličeje, což naznačuje, že se reprezentace pro pohyb ruky posunula k oblasti pro obličej (Weiller et al., 1993 in Shumway-Cook, Woollacott, 2010, p. 98).

Opětné učení ztracených dovedností může být pomalé a může vyžadovat obrovské úsilí po velmi dlouhou dobu, což limituje pacienta, jeho rodinu i pojišťovnu (Buccino et al., 2006, p. 60). Různé terapie mají za cíl zlepšit výsledky pacientů v subakutním i chronickém stádiu po CMP podporou obnovy a navrácením ztracených funkcí (Cramer, 2008 in Bhasin et al., 2012, p. 570). Tradičním neurorehabilitačním přístupem k terapii motorického deficitu po CMP je stimulace využívání paretické končetiny. Hlavním principem je trénink repetitivních aktivních pohybů paretickou končetinou (Rossetti et al., 2005 in Ertelt et al., 2007, p. 164), nicméně action observation terapie v kombinaci s fyzioterapií má větší účinek na rehabilitaci funkce paretické horní končetiny, než pouze fyzické vykonávání pohybu (Ertelt et al., 2007, p. 172).

7.2 Motor imagery terapie

Motor imagery terapie je „učení pohybovat se bez pohybu“ (Hlustik, Mayer, 2006 in de Vries, Mulder, 2007, p. 6). Zjistilo se, že vynikající představa pohybu je téměř tak pozitivní, jako skutečné provedení totožného pohybu (Havlick, 2008, p. 66). Mentální cvičení je používáno jako terapeutický zásah ke zlepšení motorického výkonu (Butler et al., 2012, p. 1; de Vries et al., 2011, p. 1; Driskell et al., 1994 in Moreau et al., 2010, p. 94; Lotze, Halsband, 2006, p. 386), protože motor imagery, kombinovaná s tělesným cvičením, zlepšuje motorický výkon mnohem více, než jen samotné tělesné cvičení (Butler et al., 2012, p. 1; Collet et al., 2011, p. 5; Driskell et al., 1994 in Moreau et al., 2010, p. 94; Guillot, Collet, 2008 in Guillot et al., 2013, p. 6; Havlick, 2008, p. 66; Lotze, Halsband, 2006, p. 391; Wulf et al., 1995, p. 262), a to jak u zdravých jedinců, tak u pacientů po akutní (Butler et al., 2012, p. 1; de Vries,

Mulder, 2007, p. 11; Liu et al., 2004, p. 1403; Page et al., 2001 in de Vries, Mulder, 2007, p. 9) i chronické CMP (Butler et al., 2012, p. 1; de Vries, Mulder, 2007, p. 11; Page et al., 2001 in de Vries, Mulder, 2007, p. 9). Některé výzkumy však naznačují, že schopnost motor imagery se může v časovém horizontu po cévní mozkové příhodě snižovat. Pacienti déle než 1 rok po iktu měli menší schopnost představivosti, než pacienti pár týdnů po příhodě, což naznačuje, že motor imagery terapie by měla být neefektivnější v rehabilitačním procesu co nejdříve po CMP (Johnson et al., 2002 in de Vries et al., 2011, p. 5). Četné studie totiž ukázaly, že motor imagery terapie může mít za následek stejné plastické změny v motorickém systému, jako skutečné vykonání pohybu (Mulder, 2007, p. 1265). Meta-analýza také prokázala, že terapie s využitím pouze motor imagery je lepší, než žádná terapie (Feltz, Landers, 1983 in de Vries, Mulder, p. 6). Motor imagery terapii lze považovat za slibnou techniku motorické rehabilitace, nicméně je „pouze“ doplňkovou technikou a neměla by být užívána jako náhrada tělesného cvičení (Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Guillot, Collet, 2008 in Guillot et al., 2013, p. 6; Liu et al., 2004, p. 1407; Mulder, 2007, p. 1275). Fyzické cvičení je rozhodně nejlepší typ terapie, ale mentální cvičení je efektivní způsob ke zlepšení motorického učení v intervalech, kdy zrovna neprobíhá fyzioterapie, nebo v kombinaci právě s tělesným cvičením (Shumway-Cook, Woollacott, 2010, p. 37). Nižší efekt motor imagery terapie u pacientů po CMP oproti fyzioterapii může být způsoben absencí senzomotorického feedbacku (Han et al., 2002 in Lotze, Halsband, 2006, p. 390). Výhodou však je, že motor imagery terapie se dá použít jako určitá alternativa terapie již v časných stádiích CMP u plegických stavů, kdy fyzický pohyb je ještě příliš náročný, a po zaškolení i jako forma autoterapie (Ertelt et al., 2012, p. 9; Lotze, Halsband, 2006, p. 391). Motor imagery terapie není v současné době přijímána jako standardní způsob rehabilitace, ale její využití je na vzestupu (Gregg et al., 2007, p. 249). Tato terapie, založená na imaginaci pohybu, může indukovat kortikální plasticitu a podpořit obnovu CNS použitím cílených pohybů ruky a paže a je aplikována na podporu motorických funkcí především horních končetin a ke zlepšení případného neglect syndromu u pacientů po CMP (Bhasin et al., 2012, p. 570; Page et al., 2001 in Liu et al., 2004, pp. 1403, 1405). Před samotnou terapií motorickou představou je důležité změřit schopnost motor imagery některou z dotazníkových metod, aby mohla být tato terapie objektivizována (de Vries et al., 2011, p. 5). Je také dobře známo, že fyzická zkušenost

s pohybem již před představováním stejného pohybu je důležitým předpokladem účinné motor imagery terapie (Guillot, Collet, 2008 in Guillot et al., 2013, p. 1), avšak je žádoucí, provádět motor imagery v nepřítomnosti skutečného pohybu (Lotze, Zentgraf, 2010 in Guillot et al., 2013, p. 2), protože během představy dochází k živému a přesnému vytvoření mentálních obrazů (Callow et al., 2006 in Guillot et al., 2013, p. 2).

Motor imagery terapie facilituje vykonání pohybu (de Vries, Mulder, 2007, p. 6; Gregg, Clark, 2007, p. 266; Gregg et al., 2007, pp. 249-250; Driskell et al., 1994 in Roberts et al., 2008, p. 200; Liu et al., 2004, pp. 1403, 1406; Yaguez et al., 1998 in Moreau et al., 2010, p. 94), zlepšuje plánování pohybu (Jeannerod, Jacob, 2005 in Roberts et al., 2008, p. 200; Liu et al., 2004, pp. 1403, 1406; Lotze, Halsband, 2006, p. 389), může zvýšit výkonnost fyzické síly (Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Ranganathan et al., 2004 in Collet et al., 2011, p. 4; Yue, Cole, 1992 in de Vries, Mulder, 2007, p. 9), zlepšit fyzickou způsobilost (Mulder, 2007, p. 1269), zlepšit motorické učení (Driskell et al., 1994 in Collet et al., 2011, p. 4; Jeannerod, 1995, p. 1426; Liu et al., 2004, pp. 1403, 1407), zdokonalit technické provedení pohybu (Lorey et al., 2010 in Moreau et al., 2010, p. 94; Roure et al., 1999 in Collet et al., 2011, p. 4), zlepšit dynamiku motorického výkonu (Gandevia, 1999 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389) a také ovlivnit pozornost (Liu et al., 2004, p. 1406) a kognici (Gregg et al., 2007, p. 249). Zvýšení svalové síly po motor imagery terapii není primárním výsledkem změn na periferní úrovni provedení pohybu (Yue, Cole, 1992 in Jeannerod, 1995, p. 1425; Mulder, 2007, pp. 1267, 1271), protože ke zvýšení svalové síly došlo i bez opakování skutečného pohybu, kdy během motor imagery nedošlo k žádné EMG aktivitě (Mulder, 2004 in Mulder 2007, p. 1271; Yue, Cole, 1992 in Jeannerod, 1995, p. 1425) a stejně tak nedošlo ani ke zvětšení svalové hmoty (Gandevia, 1999 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389). Ke změnám dochází na vyšší, plánovací a programovací úrovni motorického systému (Gandevia, 1999 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Mulder, 2007, p. 1267). Zvýšení svalové síly po terapii je vysvětlováno tak, že motor imagery má za následek neuronální výstupy, které způsobí, že se synchronně kontrahuje více svalových vláken (Fontani et al., 2007 in He, Tian, 2012, p. 101). Tím, že motor imagery vytváří vnitřní centrální tok informací, které můžeme považovat za senzorický odhad výstupu (který neproběhne), může být MI terapie využita pro motorické učení (Mulder, 2007, p. 1274).

Fyzické i nefyzické typy výkonu pohybu uplatňují podobné účinky na obnovu pohybu, soulad tělesného tempa a relativní načasování pohybu (Jeannerod, 1995, p. 1425), proto by měl být pacient před samotnou motor imagery terapií dostatečně informován o různých komponentách požadovaného úkolu (Lotze, Halsband, 2006, p. 389). Není totiž automatické, že každý jedinec má výbornou schopnost motor imagery. Jak u tělesného výkonu, tak u představy pohybu je nutné zkoušení a trénink, aby se umožnil přístup motor imagery do nevědomého procesu, zahrnutého do motorického učení (Havlick, 2008, p. 66; Jansen et al., 2009 in Moreau et al., 2010, p. 94; Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Rodgers et al., 1991 in Gregg, Clarc, 2007, p. 268). Je důležité zdůraznit rozdíl mezi procesem představy pohybu jednou, nebo několikrát, protože motor imagery terapie je definována jako opakování představy pohybu několikrát za sebou, se záměrem naučit se novou schopnost nebo zdokonalit již známou dovednost (Decety, Grezes, 1999 in Jackson et al., 2001, p. 1133).

Motorická představa podporuje cílenou aktivaci poškozených oblastí mozku (Michielsen et al., 2011 in Bhasin et al., 2012, p. 575) a dochází ke zvýšení synaptické účinnosti v kritických částech CNS, jako je mozeček a bazální ganglia, což má za následek zlepšení koordinace mezi agonistickými a antagonistickými svaly (Jeannerod, 1995, p. 1425). Motor imagery respektuje normální biomechanická omezení skutečného pohybu (de Vries, Mulder, 2007, p. 7; Jeannerod, 1994 in McAvinue, Robertson, 2008, p. 232; Mulder, 2007, p. 1268). Při představě pohybu se musí využít skryté vlastnosti o provádění pohybu, tj. optické, geometrické a dynamické aspekty, např. při mentální rotaci předmětů (mentální představa manipulace s 3D předměty) (de Vries et al., 2011, p. 2; Decety, Grezes, 1999 in Jackson et al., 2001, p. 1133; Zenon, Pylyshyn, 2002, p. 159). Problémy s vykonáním představy pohybu by měly být podobné těm, které souvisejí se skutečným provedením, jako je zachování prostorových a časových charakteristik představovaného a skutečného pohybu (Roure, Collet, 1999 in Guillot et al., 2013, p. 1).

Zkoumal se také vztah mezi věkem a schopností motor imagery. Výsledky ukázaly, že starší pacienti měli mírně horší schopnost představovat si, než mladší pacienti, obzvláště ve vztahu k motor imagery z pohledu 1. perspektivy (Mulder et al., 2007 in Mulder, 2007, p. 1274).

Motor imagery terapie je užitečný způsob terapie pro osoby s poraněním mozku. Pro pacienty, kteří mají obtíže s prováděním skutečných pohybů, ať už díky snížené mobilitě nebo nízké energetické úrovni, může být přijatelnou alternativou terapie (Liu et al., 2004, p. 1407). Může být prospěšná při obnově motorických funkcí po CMP (Dimyan, Cohen, 2011, p. 77; Franceschini et al., 2010, p. 522; He, Tian, 2012, p. 101; Page et al., 2001 in Buccino et al., 2006, p. 60) a to i u pacientů 1 rok po iktu (de Vries, Mulder, 2007, p. 9). Fyzické aktivity a pohyby jsou obvykle složité a komplexní a často zahrnují mnoho svalů, proto je představa užitečným nástrojem, jak se „naučit“ pohybu (Cumming et al., 2006 in Havlick, 2008, p. 77; Olsson et al., 2008 in Guillot et al., 2013, p. 6). Teoreticky mohou těžit z motor imagery terapie všichni pacienti po CMP, schopní představivosti (Buccino et al., 2006, p. 60; Butler et al., 2012, p. 1; de Vries, Mulder, 2007, p. 8; Stevens, Stoykov, 2003 in Bhasin et al., 2012, p. 570). Jedinci s větší schopností představovat si pohyby pak získávají z této terapie větší prospěch (Isaac, 1992 in Gregg, Clarc, 2007, p. 266).

7.3 Action observation terapie

Action observation terapie (AOT, také videotapie) reprezentuje terapii motorického poškození, založenou čistě na fyziologickém principu mirror neuron systému (Celnik et al., 2007, p. 1814; Ertelt et al., 2012, p. 2; Sgandurra et al., 2011, pp. 1-2). Má pozitivní vliv na obnovení motorických funkcí po prodělané CMP (Celnik et al., 2007, p. 1814; Ertelt et al., 2012, p. 2). Kombinuje observaci běžných denních činností se současným fyzickým vykonáním pozorovaných pohybů, převážně zaměřených na horní končetinu (Ertelt et al., 2007, p. 164; Ertelt et al., 2012, p. 1). Je také prokázáno, že pokud jedinci současně provádějí a pozorují stejné pohyby, učení těchto pohybů je výrazně zesíleno (Rizzolatti et al., 2009, p. 32) a poskytuje signifikantní zlepšení motorických funkcí horní končetiny (Ertelt et al., 2007, p. 170). Důraz je kladen právě na totožnost observovaného a skutečně prováděného pohybu, protože při shodě dochází ke zkrácení trvání reálného výkonu pohybu (Urgesi, 2006 in Mulder, 2007, p. 1269). Systematická observace smysluplných pohybů následovaná skutečným vykonáním také urychluje proces zotavení u pacientů s motorickým poškozením (Buccino et al., 2006, p. 60). Observace totiž facilituje motorický systém

k vykonání stejného pohybu, jako je ten pozorovaný (Mulder, 2007, p. 1269). Sledování pohybu vede k organizačním změnám v mozku (Fadiga et al., 1995 in Ertelt et al., 2012, p. 2; Small, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 60) a vyvolává rekonstrukci pohybových vzorů, které jsou v mozku uloženy, simulací probíhajícího pohybu (Gallese et al., 1996 in Ertelt et al., 2012, p. 2). Vyšší aktivita mozku byla prokázána tehdy, pokud byl sledovaný pohyb již dříve obsažen v motorickém repertoáru jedince (Sgandurra et al., 2011, p. 2).

Během videoterapie jedinci sledují na obrazovce krátké videoklipy, zobrazující pohyb ruky v interakci s předmětem při denních aktivitách, prováděných horní končetinou (Ertelt et al., 2012, p. 2; Helbig et al., 2010, p. 251), jako např. napítí se ze sklenice, otáčení vodovodním kohoutkem atd. (Ertelt et al., 2007, p. 165). Je důležité, aby se pacienti na observaci soustředili a snažili se vcítit do dané situace (Franceschini et al., 2010, p. 519). Přímou po observaci se snaží reálně vykonávat příslušný pohyb paretickou horní končetinou (Ertelt et al., 2012, p. 2). Hlavním cílem této terapie není kvalita vykonávaného pohybu, ale snaha o facilitaci spontánního používání poškozené HK, i když pohyb není fluentní nebo elegantní (Franceschini et al., 2010, p. 519). Pro pacienty je tento druh terapie atraktivní díky své jednoduchosti na provádění (Kraskov, 2012, p. 778).

Action observation můžeme rozdělit na aktivní a pasivní:

- Aktivní observace je pozorování činností s úmyslem později je vykonat (např. děti pozorují svoje rodiče a napodobují jejich gesta, dospělí, kteří se snaží opětovně naučit pohyby během RHB po úrazu) nebo si je představit (Héту et al., 2011, pp. 1, 8). Aktivní observace se může velmi podobat observačnímu učení, kdy se jedinci musí naučit produkovat nový pohyb podle pozorované předlohy (Héту et al., 2011, p. 11).
- Pasivní observace je sledování pohybu bez jakéhokoliv zjevného cíle (Brass et al., 2001 in de Vries, Mulder, 2007, p. 8; Decety et al., 1997, p. 1764; Héту et al., 2011, p. 1). Aktivuje však také mozkové struktury, normálně zahrnuté do plánování a vykonání pohybu, proto se nezdá, že by aktivní observace měla být rozhodující pro observaci pohybu (Maeda et al., 2002 in de Vries, Mulder, 2007, p. 8).

Jestli bude observace aktivní nebo pasivní záleží na instrukcích, které jsou pacientovi podány (Héту et al., 2011, p. 8). Někteří autoři tvrdí, že aktivní observace pohybu je vlastně kombinace action observation a motor imagery (Schnitzler et al., 1997 in Järvelainen et al., 2004, p. 191).

Stejně jako u motor imagery, tak i u action observation je svalová aktivita kontroverzní. Některé studie tvrdí, že během action observation se zvýšení EMG aktivity neprokázalo (Hari et al., 1998 in Järvelainen et al., 2004, p. 191; Vigneswaran et al., 2013, p. 236). Jiné zase prokázaly, že svalová aktivace je velmi podobná vzoru svalové kontrakce během vykonání stejného pohybu (Fadiga et al., 2005 in Sgandurra et al., 2011, p. 2).

Pozorování pohybu aktivuje centrální reprezentace pohybu přes systém zrcadlových neuronů a následné repetitivní opakování sledované činnosti zesiluje kortikální reprezentaci pohybu (Ertelt et al., 2012, p. 8). Některé studie tvrdí, že předchozí zkušenost se sledovaným pohybem zvyšuje aktivitu příslušných mozkových oblastí ve srovnání s pohyby, se kterými mají jedinci menší zkušenost (Vogt et al., 2007 in Héту et al., 2011, p. 10). Mirror neuron systém je aktivní během observace pohybu, který je součástí motorického repertoáru pozorovatele, ale není aktivní, pokud pozorovaná činnost není motoricky reprezentována v mozku pozorovatele (Buccino et al., 2004 in Ertelt et al., p. 170). Například u capoeira tanečnicků se prokázala silná aktivace premotorického a parietálního kortexu a superiorního temporálního sulcu při observaci capoeira pohybů, než při observaci klasického baletu, zatímco baletní tanečníci prokázali silnou aktivaci stejných oblastí během observace klasických baletních pohybů než během observace capoeira tance (Calvo-Merino et al., 2005 in Ertelt et al., 2007, pp. 170-171). Podobně byla během observace hry na klavír prokázána silná aktivita MNS u profesionálních klavíristů, než u hudebně nevzdělaných jedinců (Haslinger et al., 2005 in Ertelt et al., 2007, p. 171).

Plasticita a reparace centrálního nervového systému po CMP může být podpořena právě vhodnou stimulační action observation terapií (Bhasin et al., 2012, p. 570). Observace pohybu významně facilituje učení základních pohybů u pacientů po CMP a vykazuje větší zlepšení, než při pouhém tělesném cvičení (Celnik et al., 2008 in Ertelt et al., 2012, p. 2). Action observation terapie spolu s fyzioterapií jsou účinným způsobem neurorehabilitace (Ertelt, 2008 in Ertelt et al., 2012, p. 2), který

pomáhá zlepšit motorické funkce u pacientů s ischemickou CMP v povodí a. cerebri media (Buccino et al., 2006, p. 61; Ertelt et al., 2007, p. 164). Terapie pozorováním pohybu je vhodným nástrojem pro rehabilitaci motorických funkcí po CMP (Buccino et al., 2006, p. 61; Ertelt et al., 2007, p. 164; Ertelt et al., 2012, pp. 1-2; Franceschini et al., 2010, p. 521; Kraskov, 2012, p. 778). Action observation terapie je také výhodná pro vážně handicapované pacienty v akutním stádiu, kdy se dá aplikovat ještě před fyzioterapií (Ertelt et al., 2012, p. 8; Franceschini et al., 2010, p. 522). AOT je výhodná pro terapii dětských pacientů (Buccino et al., 2012, p. 827) a s úspěchem se používá i jako autoterapie (home-based therapy) (Ertelt et al., 2012, pp. 1-2; Franceschini et al., 2010, p. 522).

7.4 Motor imagery, action observation a reálný pohyb

Motorickou představu, observaci a skutečné vykonání pohybu lze souhrně nazvat jako motorická imitace (Buccino et al., 2006, p. 58).

V posledním desetiletí se zavedlo několik neurorehabilitačních strategií na základě tzv. simulační hypotézy. Ta tvrdí, že neurální sítě, lokalizované v primární a sekundární motorické oblasti, jsou aktivované nejen během vykonání reálného pohybu, ale také během observace nebo představy stejné motorické činnosti (Rizolatti et al., 1996 in Holper et al., 2010, p. 1). Podle simulační hypotézy (Jeannerod, 2001) platí, že vykonání pohybu, motor imagery i action observation jsou řízeny stejným základním mechanismem (Jeannerod, 2001, pp. 103-109). Během motorické představy a action observation dochází k rekrutaci téměř stejných částí mozku jako při skutečném pohybu (Buccino et al., 2012, p. 827). Motor imagery a action observation jsou považovány za „offline“ operace motorických oblastí mozku a vykonání jako „online“ operace (Jeannerod, 2001, pp. 103-109).

Motor imagery a action observation hrají významnou roli ve znovuucení motorických dovedností (Mulder, 2007, p. 1267). U pacientů s mozkovou lézí, zasahující motorickou oblast, je pravděpodobné, že jejich fyzický i představovaný výkon pohybu je postižen podobně (Jackson et al., 2001, p. 1134). Nedávné studie tvrdí, že mentálními technikami, jako je motor imagery nebo action observation, může

být stimulována pouze hemisféra, nezasažená iktem. Tyto studie dále popisují, že mentální techniky facilitují obnovu pouze u léze levé hemisféry a ne u pravostranných příhod (Stinear et al., 2007 in Ertelt et al., 2012, p. 2). Další studie však zjistily bilaterální aktivitu během action observation, a to jak v zasažené, tak v intaktní hemisféře (Wenkeler et al., 2009 in Ertelt et al., 2012, p. 2). Bylo zaznamenáno, že MI i AO vyvolávají souhlasně nižší oxygenační změny v mozku. Oxygenace byla přibližně o 1/3 menší, v porovnání se skutečně vykonávanými pohyby (Holper et al., 2010, p. 7).

Motor imagery terapie je náročnější než terapie pomocí action observation, protože je spojena s kapacitou jedinců představit si sám sebe vykonávat specifický pohyb. Je zapotřebí jistá schopnost představovat si pohyby a sám terapeut má jen malou možnost ověřit si nebo ovlivnit správnost představy (Buccino et al., 2012, p. 827; Franceschini et al., 2010, p. 522; Moreau et al., 2010, p. 95).

7.4.1 Reálný pohyb při action observation

Jako lidé jsme neustále vystaveni nespočetným pohybům. Podle účelu můžeme pohyby dělit na pohyby s předmětem, pohyby komunikativní povahy a pohyby spojené s lokomocí (Héту et al., 2011, p. 1).

Z mnoha aspektů, podle kterých můžeme pohyb rozdělovat, se během mentálního cvičení nejvíce hodnotí transitivity a smysluplnost pohybů (Héту et al., 2011, p. 1).

Transitivity je definována jako přítomnost (transitive) nebo absence (intransitive) fyzického předmětu nebo cíle. Transitivní pohyby zahrnují pohyby prováděné s předmětem, jako je např. psaní propiskou, a cílené pohyby vykonávané k předmětu, jako je např. dosah na propisku, pohyb prstů směrem ke klávesnici apod. (Héту et al., 2011, pp. 1-2). Při výzkumech na primátech se zjistila mozková aktivita pouze při observaci cílených pohybů (Tkach et al., 2007 in Héту et al., 2011, p. 2), ale TMS u lidí prokázala zvýšení kortikospinální excitability během transitivity (Koch et al., 2010 in Héту et al., 2011, p. 2) i intransitivity (Alaerts et al., 2007 in Héту et al., 2011, p. 2).

Další důležitou charakteristikou pozorovaných pohybů je jejich smysluplnost. Smysluplné pohyby mohou být jednoduché transitivity pohyby, nebo jejich napodobení (skutečné psaní propiskou i napodobení psaní bez propisky), stejně jako komunikativní gesta (palec nahoru). Bylo zjištěno, že jak při observaci smysluplných (Emmorey et al., 2010 in Héту et al., 2011, p. 2), tak „nesmyslných“ (Villarreal et al., 2008 in Héту et al., 2011, p. 2) pohybů dochází k aktivaci některých částí fronto-parietálního systému, ale zdá se, že oba typy pohybů jsou zpracovány odlišně.

Transitivita, smysluplnost nebo obojí mohou být během action observation spojeny se zvýšenou úrovní aktivity příslušných mozkových oblastí (Héту et al., 2011, p. 2). Úspěšný úchop vyžaduje intaktní M1 a kortikospinální trakt. Léze jedné z těchto struktur se projeví jako jasný problém v individuálních pohybech prstů. Cílené pohyby jsou kódovány neurony, selektivními pro observaci specifických funkcí ruky, jako je např. dosah, manipulace nebo držení (Perret et al., 1989 in Decety et al., 1997, p. 1764). Dosah a uchopení předmětu se mohou lišit v závislosti na cíli a omezení úkolu (Murphy et al., 2011, p. 72). Z výzkumů vyplynulo, že pohyby nedominantní HK vyžadují více kortikální aktivity, a proto mohou mít za následek větší rekrutment ipsilaterálních i kontralaterálních kortikálních motorických oblastí (Mattay et al., 1998 in Holper et al., 2010, p. 8) zřejmě z toho důvodu, že jsou méně automatické (Holper et al., 2010, p. 8).

7.5 Izochronie motor imagery, action observation a reálného výkonu pohybu

V mnohých studiích byla prokázána schopnost jedince zachovat časové charakteristiky pohybu během motor imagery (Decety et al., 1989, p. 35; Guillot, Collet, 2005, p. 7; Jeannerod, 1995, p. 1419), a to i u pacientů s poškozením mozku (Collet et al., 2011, p. 11; Jackson et al., 2001, p. 1134). Bylo zjištěno, že čas, potřebný k vykonání skutečného pohybu, v ideálním případě koreluje s dobou trvání motor imagery (Butler et al., 2012, p. 9; Decety et al., 1989, p. 41; Decety et al., 1991, p. 1; Decety, Jeannerod, 1995 in de Vries et al., 2011, p. 1; de Vries, Mulder, 2007, p. 6; Guillot, Collet, 2005, p. 1; Jeannerod, Frak, 1999, p. 738; Mulder, 2007, p. 1268;

Parsons, 2001 in de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7). Tento fenomén se popisuje jako mentální izochronie (de Vries, Mulder, 2007, p. 6-7; Mulder, 2007, p. 1268). Měření trvání motorické představy se používá k vyšetření vlastností a poškození motor imagery u klinické populace, ne jako hodnocení individuálních rozdílů u zdravých jedinců (McAvinue, Robertson, 2008, p. 240). Existují však vnější faktory, které mohou pozitivně i negativně ovlivňovat trvání motor imagery (Guillot, Collet, 2005, p. 6). Je to například délka trvání pohybu (Guillot et al., 2004 in Collet et al., 2011, p. 9), jeho obtížnost nebo preciznost (Guillot, Collet, 2005, p. 6). Pohyby, které ve skutečnosti trvají krátkou dobu, obvykle trvají během motor imagery déle, zatímco dlouhotrvající pohyby jsou často v motor imagery podhodnocovány (Collet et al., 2011, p. 9). Také čas, který je potřebný k představě náročnějších úkolů, se lineárně zvyšuje s obtížností pohybu (Decety et al., 1991, p. 1; Decety, Jeannerod, 1996 in Lotze, Halsband, 2006, p. 387; de Vries, Mulder, 2007, p. 7; Louis et al., 2010 in Collet et al., 2011, p. 9). Tento vztah se nazývá Fittsův zákon a tvrdí, že složitější úkoly vyžadují více času k fyzickému vykonání, než ty jednodušší, a to platí i pro představované pohyby (Decety, Jeannerod, 1996 in Lotze, Halsband, 2006, p. 387; Shumway-Cook, Woollacott, 2012, pp. 493-494, 518). Čas reálného výkonu pohybu je také kratší, pokud pohyb, který má být vykonán, je stejný, jako pozorovaný pohyb (Urgesi, 2006 in Mulder, 2007, p. 1269).

Zachování časové přesnosti během motor imagery je nutné pro zabránění nežádoucích změn při načasování skutečného pohybu (Guillot et al., 2012 in Guillot et al., 2013, p. 1). Bylo zjištěno, že u pacientů po CMP s parietální lézí je problém předpovídat čas, potřebný pro představu pohybu a zachovat izochronii motor imagery a reálného vykonání pohybu (Lotze, Halsband, 2006, p. 389; Sirigu et al., 1996 in Mulder, 2007, p. 1273). Na kvalitu motor imagery má také vliv lateralizace mozkového infarktu. Z výzkumů vyplynulo, že při levostranné CMP dochází ke zpomalení představy pohybu na obou horních končetinách, zatímco při lézi v pravé hemisféře byla zpomalena představa pohybu „pouze“ na levé horní končetině (Sabate et al., 2004 in Stinear et al., 2007, p. 1794). Také u pacientů s unilaterální cerebrální lézí trvalo více času představit si pohyb na postižené končetině než na nezasazené (Decety, Boisson, 1990 in Jackson et al., 2001, p. 1134). Naproti tomu u pacientů se spinální lézí byly časové charakteristiky zachovány, což svědčí o tom, že motor imagery je proces, který závisí na integritě motorických oblastí mozku (Decety,

Michel, 1989 in Jackson et al., 2001, p. 1134). Obtížnost zachovat časové charakteristiky během MI a skutečného pohybu se považuje za poškození motor imagery (Guillot et al., 2013, p. 6).

Přínosem pro rehabilitaci může být ovládnání rychlosti motor imagery, protože zvýšení rychlosti motor imagery vede ke zvýšení rychlosti skutečně vykonávaného stejného pohybu a naopak. Z toho vyplývá, že je absolutně nezbytné řídit dobu trvání představovaných pohybů. Není však jisté, zda získání větší rychlosti reálného pohybu může ovlivňovat i technickou komponentu provedení daného pohybu. Změna rychlosti imagery však může mít za následek záměnu vyšší rychlosti za pospíchání, což by mohlo naopak negativně ovlivňovat kvalitu vykonávaného pohybu (Collet et al., 2011, p. 10; Lotze et al., 1999 in Lotze, Halsband, 2006, p. 389). Měření trvání motor imagery je výkonným nástrojem pro posouzení motor imagery ability (Collet et al., 2011, p. 11; Malouin et al., 2008 in Guillot et al., 2013, p. 6), nicméně časové aspekty motor imagery jsou pravděpodobně méně důležité s ohledem na kvalitu provedení představovaného pohybu (Collet et al., 2011, p. 11).

7.6 Diskuze k výsledkům

7.6.1 Diskuze k vědecké otázce č. 1

Předmětem této vědecké otázky bylo studium změny svalové aktivity na paretické horní končetině u pacientů po CMP během prostého pohybu ruky k ústům, pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu a během pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice.

7.6.1.1 Diskuze k hypotézám H_{01} , H_{02} a H_{03}

Uvedené hypotézy se týkají porovnání svalové aktivity testovaných svalů paretické horní končetiny během PÚ, PP a POS.

Graf 1 (str. 45) ukazuje, že došlo k signifikantnímu zvýšení svalové aktivity m. trapezius při situaci POS oproti PÚ. Aktivita m. trapezius však není zcela žádoucí, protože vypovídá o možných kompenzačních mechanismech pohybu trupu při elevaci

paže (Murphy et al., 2011, p. 78), což by mohl být následek snížené aktivity m. deltoideus a m. biceps brachii během PP a POS oproti PÚ. Pohyby trupu během napití se ze sklenice působí jako stabilizační a nedílná součást umístění ruky směrem k cíli, avšak u zdravých jedinců byly zjištěny minimální trupové výchylky narozdíl od hemiparetických pacientů, kteří používají kompenzační strategii, zahrnující právě pohyby trupu (Kaminsky et al., 1995 in Murphy et al., 2006, pp. 7-8). 3D kinematoanalýza pohybu napití se ze sklenice odhalila u pacientů po CMP problémy právě s pohybem ramenního a loketního kloubu (Murphy et al., 2011, p. 78), proto může být následkem zvýšená aktivita m. trapezius. Pohyb trupu vpřed během dosahu na sklenici a vyšší elevační úhel ramene během napití se, odlišuje mírné a středně těžké motorické poškození po CMP (Murphy et al., 2011, p. 78).

Z Grafu 4 (str. 47) je patrné, že aktivita m. extensor digitorum se signifikantně zvýšila u testovaných situací v pořadí PÚ, PP a POS. Tento výsledek potvrzují i další studie, které prokázaly zvýšení EMG aktivity během představy a aktivní observace pohybů (Livesay, Samras, 1998 in Mulder, 2007, p. 1274).

U m. deltoideus bylo zároveň zaznamenáno významné zvýšení svalové aktivity během představy pohybu, než během jeho aktivní observace na videu (viz Graf 2, str. 46).

7.6.2 Diskuze k vědecké otázce č. 2

Cílem druhé vědecké otázky bylo zjistit změny svalové aktivity na dominantní horní končetině u kontrolní skupiny probandů během prostého pohybu ruky k ústům, pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu a během pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napití se ze sklenice.

7.6.2.1 Diskuze k hypotézám H_{04} , H_{05} a H_{06}

Následující hypotézy se týkají porovnání svalové aktivity testovaných svalů dominantní horní končetiny kontrolních zdravých probandů během PÚ, PP a POS.

Graf 5 (str. 49) ukazuje, že aktivita m. trapezius se signifikantně zvýšila u testovaných situací PP a POS oproti PÚ. Jak už jsme ale zmínili, zvýšená aktivita m. trapezius není zcela žádoucí.

Z Grafu 7 (str. 50) je patrné, že aktivita m. extenzor digitorum je nejvyšší v případě aktivní observace pohybu. Byla zjištěna signifikance mezi PÚ a POS a mezi PP a POS.

U m. deltoideus byla zjištěna významná svalová aktivita během představy pohybu, než během POS (viz Graf 6, str. 49).

Zde se prokázala signifikantní i data z akcelerometru. Výsledky prokazují menší zrychlení pohybu během aktivní observace pohybu oproti pohybu ruky k ústům se současnou představou i prostém pohybu ruky k ústům, což je nejspíše zapříčiněno jednotnou rychlostí pohybu na videu, kterou měli probandi dodržovat. Pohyb ruky se současnou představou i prostý pohyb ruky k ústům byl evidentně rychlejší, jak také prokazují i časové charakteristiky jednotlivých testovaných situací (viz Graf 10, str. 54).

7.6.3 Diskuze k vědecké otázce č. 3

Předmětem vědecké otázky č. 3 bylo studium změny svalové aktivity na paretické horní končetině u pacientů po CMP před a po Action observation terapii. Naším předpokladem bylo zvýšení svalové aktivity distálních svalů, tj. m. flexor digitorum, m. extenzor digitorum, m. biceps brachii a m. deltoideus a naopak snížení aktivity m. trapezius.

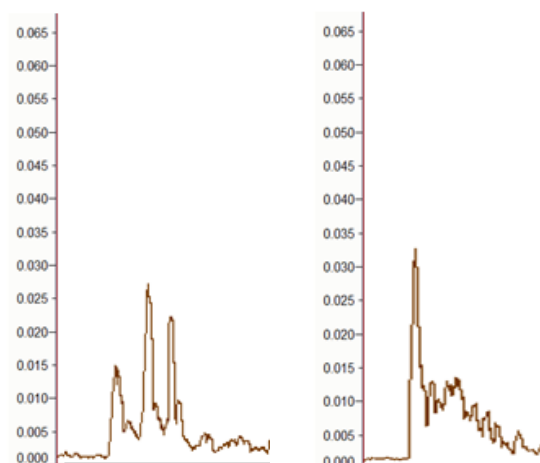
7.6.3.1 Diskuze k hypotézám H_{07} , H_{08} a H_{09}

Hypotézy se týkají porovnání svalové aktivity testovaných svalů paretické horní končetiny během PÚ, PP a POS během Action Observation Therapy.

Graf 8 (str. 52) ukazuje signifikantní zvýšení svalové aktivity při aktivní observaci pohybu před a po terapii pro m. biceps brachii. Ačkoliv u m. extenzor digitorum nebyla stanovena statistická významnost, je zde patrný určitý trend, který svědčí o mírném zvýšení aktivity svalu po Action observation terapii. U ostatních svalů nebyla signifikance prokázána. Ve studii Liu et al. (2004, pp. 1403-1408) také neprokázali u pacientů po terapii signifikantní zlepšení motorických dovedností.

Data z akcelerometru sice neprokázala signifikantní změnu, ale dle tvaru křivky lze předpokládat plynulejší a koordinovanější průběh pohybu po terapii (viz Obrázek 3).

Obrázek 3 Křivka akcelerometru před a po terapii



7.6.4 Diskuze k vědecké otázce č. 4

Vědecká otázka č. 4 se věnovala časovým charakteristikám pohybu před a po Action observation terapii. Předpokládali jsme snížení trvání prostého pohybu ruky k ústům z důvodu, že by se po terapii mohla zvýšit koordinace pohybu. Zachování doby trvání pohybu ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu se předpokládalo díky stejné délce trvání pozorovaného videa.

7.6.4.1 Diskuze k hypotézám H_{010} , H_{011} a H_{012}

Hypotézy se týkají porovnání časových charakteristik pohybu paretické HK v testovaných podmínkách PÚ, PP a POS před a po terapii.

Graf 9 (str. 54) ukazuje, že po terapii došlo k signifikantnímu prodloužení trvání pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu. To lze vysvětlit významným zvýšením skóre MIQ-RS dotazníku u pacientů po CMP, což by mohlo svědčit o větší kvalitě představy pohybu i při prodlouženém trvání představy. Představa a současný pohyb totiž zvyšují kvalitu a načasování motor imagery a tím dochází i k technickému zdokonalení pohybu (Guillot et al., 2013, p. 5).

Studie Murphy et al. (2011, pp. 74-79) prokázala, že relativní trvání každé fáze pohybu napítí se ze sklenice se výrazně nelišilo u pacientů po CMP a zdravé kontrolní skupiny. U pacientů s CMP byly také naměřeny delší celkové časy se signifikantně nižším rychlostním peakem. Zjistilo se, že tito pacienti mají problém spíše s decelerační fází, ukazující na změněný feedback a feed-forward.

Délka trvání pohybu může poskytnout nepřímé informace o kvalitě pohybu, jako je plynulost a účinnost. Proto by v klinické praxi nemělo být podceňováno testování délky pohybu (Murphy et al., 2011, p. 79). Mezi věkem a trváním pohybu se neprokázal signifikantní rozdíl u pacientů po CMP ani u kontrolní skupiny (Ertelt et al., 2007, p. 167).

Zajímavé je, že pokud není představa zcela kongruentní s vykonávaným skutečným pohybem, neprokáže se taková efektivita pro dosažení požadovaného účinku (Guillot et al., 2013, p. 1). Čas reálného výkonu pohybu byl pak kratší, pokud pohyb, který měl být vykonán, byl stejný jako pozorovaný pohyb (Urgesi, 2006 in Mulder, 2007, p. 1269). Naším cílem bylo zajistit co nejvíce odpovídající představu pohybu, tu však nelze terapeuticky kontrolovat.

7.6.5 Diskuze k vědecké otázce č. 5

Cílem vědecké otázky č. 5 bylo zjistit, zda dojde ke změně v hodnocení klinických testů před a po Action observation terapii.

7.6.5.1 Diskuze k hypotézám H_{013} , H_{014} a H_{015}

Dle zaznamenaných výsledků (viz Tabulka 3, str. 56 a Graf 11, str. 56) je patrné, že došlo ve všech testech ke zvýšení skóre. U MIQ-RS, ARAT a MMSE se jednalo o pozitivní změnu, tj. zlepšení klinického stavu pacientů. U modifikované Ashwortovy škály došlo ke zvýšení stupně svalového tonu pouze u jednoho probanda, čímž jsou ovlivněny průměrné hodnoty, proto uvádíme i mediánová data. Úplné výsledky jsou k dispozici v Příloze 15. Testy MIQ-RS a ARAT prokázaly u vyšetřované skupiny pacientů po terapii signifikantní zvýšení skóre. MMSE taktéž dosáhlo zvýšení skóre, tuto změnu však nelze považovat za signifikantní, jak uvádí Tabulka 4 (str. 56).

Prokázalo se zlepšení motorického výkonu bez téměř veškeré periferní aktivace svalů, což tedy ponechává otázku, zda se jedná o motor imagery i v případě zvýšení EMG aktivity, když podle definice se jedná o mentální vykonání pohybu bez jakékoliv aktivace svalů (Mulder et al., 2004, 2005 in Mulder, 2007, p. 1274).

7.7 Přínos pro praxi

Motor imagery a action observation terapie není v současné době přijímána jako standardní způsob rehabilitace, ale její využití je na vzestupu (Gregg et al., 2007, p. 249). Představa a observace pohybu jsou formy mentálního cvičení, které zlepšují motorický výkon u zdravých jedinců (Driskell et al., 1994 in de Vries et al., 2011, p. 1), kteří trénují vysoce specializované pohyby, jako např. sportovci (Mulder, 2007 in Buccino et al., 2012, p. 827), muzikanti (Cumming, Hall, 2002 in Buccino et al., 2006, p. 59) i tanečníci (Calvo-Merino et al., 2005, pp. 1243-1249), stejně jako během neurorehabilitace u pacientů po CMP (Page et al., 2009 in de Vries et al., 2011, p. 1), u Parkinsonovy choroby (Buccino et al., 2011 in Buccino et al., 2012, p. 823), u dětí s DMO (Buccino et al., 2012, pp. 822, 827) i u pacientů s locked-in syndromem (Cincotta et al., 1999 in Mulder, 2007, p. 1272). Pozitivní vliv byl také prokázán u pacientů po ortopedických operacích (Bellelli et al., 2010 in Buccino et al., 2012, pp. 823, 827).

Pro pacienty je tento druh terapie atraktivní díky své jednoduchosti na provádění (Kraskov, 2012, p. 778). Je výhodná pro terapii dětských pacientů (Buccino et al., 2012, p. 827) a s úspěchem se používá i jako autoterapie (home-based therapy) (Franceschini et al., 2010, p. 522).

7.8 Limity studie

Významným limitem této práce může být malý vzorek probandů (15 experimentálních a 15 kontrolních). Pro významnější signifikanci výsledků by bylo vhodné tuto studii značně rozšířit. Dále by bylo vhodné začít s terapií

co nejdříve po iktu a prodloužit pacientům s motorickým poškozením po CMP délku terapie více než na 2 týdny.

Napítí se ze sklenice je sice komplexní úkol (Murphy et al., 2006, p. 6), což potvrzují studie, které u zdravých jedinců neprokázaly signifikantní rozdíl během pohybu dominantní a nedominantní horní končetinou (Murphy et al., 2011, p. 74), ale návrhem pro další práce by mohla být observace a představa většího množství funkčních pohybů každodenního života, jako např. psaní, stříhání nůžkami, odemykání klíčem, zapínání knoflíku, zavazování tkaničky apod.

To, že představa pohybu facilite jeho samotné provedení, je známo již dlouhou dobu, avšak výzkumy na toto téma jsou záležitostí posledních několika let. Existuje nespočetné množství studií, jejich výsledky jsou však v mnohých případech nejednotné, dokonce i protichůdné, proto je obtížné najít kvalitní a věrohodný materiál pro čerpání teoretických poznatků.

Limitem by mohla být subjektivita vyšetření klinických testů jak ze strany vyšetřujícího, tak ze strany vyšetřovaného probanda. Během elektromyografického měření mohl nastat nesoulad při přesné palpaci a aplikaci elektrod na jednotlivé snímané svaly, při vzniku artefaktů elektronického zařízení s EMG v prostorách kineziologické laboratoře FNOL, při nedodržení standardizovaných podmínek měření (denní doba, hlad, stres atd.). U pacientů po CMP, kteří podstoupili terapii, nebylo v našich silách kontrolovat a zajistit jejich plnou pozornost a soustředění po celou dobu terapeutického sezení. Bodové ohodnocení MIQ-RS, kterým pacienti udávali kvalitu představy, mohlo být také zatíženo subjektivitou vnímání.

V této práci byl při zpracování výsledků použit report Average Activation, ale zajímavé by mohlo být i zpracování jiným typem analýzy.

Této studii se účastnilo 15 pacientů po CMP, většina v subakutním stádiu. Tento výběr byl v důsledku dostupnosti probandů ve FNOL. Ve většině zahraničních studií byli speciálně vybíráni ti probandi, kteří byli v chronickém stádiu CMP, měli malé neuropsychologické poškození a vysoké imagery skóre. Cílem motor imagery terapie by ale měla být aplikovatelnost na široké spektrum pacientů (Lotze, Halsband, 2006, p. 391).

ZÁVĚR

Motor imagery a action observation představují nový přístup k rehabilitaci pacientů nejen po CMP. Představa a pozorování pohybu totiž utvářejí zdroj informací, které mohou být v pohybové rehabilitaci užitečné, a které mají pozitivní vliv na znovuučení ztracených motorických funkcí. Jelikož světová populace stárne, tak se dá předpokládat, že se bude počet osob zasažených CMP v dalších letech podstatně zvyšovat. Tento fakt podporuje myšlenku, jak zkvalitnit a ucelit přístup k pacientům, zasaženým neurologickou poruchou. Fyzické cvičení je nepostradatelnou součástí terapeutického přístupu, avšak kombinace s motorickou představou či observací prokázala významnější klinické zlepšení. V praxi se můžeme setkat s využitím observačního učení např. u sportovců (skok vysoký, hod oštěpem, tenisové podání, tanec atd.). V rehabilitačním odvětví byla doposud terapie s využitím představy a observace pohybu záležitostí výzkumu, ale využití tohoto přístupu je na vzestupu. Nejčastěji je tato terapie zaměřena na představu a observaci horní končetiny během manipulace s předměty a na mentální reprezentaci chůze.

Tato práce ukázala, že se zvyšující se „kognitivní náročností“ testovaných úkolů se u vybraných svalů měnila i svalová aktivita, což reflektuje, že představa a observace pohybu se promítá do kvality provedení pohybu u zdravých jedinců i u pacientů po CMP. Po terapii observací konkrétní funkční komplexní aktivity horní končetiny (napítí se ze sklenice) nedošlo u většiny testovaných svalů ani situací k signifikantní změně svalové aktivity. Klinické testy však prokázaly, že po terapii došlo ke zlepšení kvality motorické představivosti i k funkčnímu zlepšení paretické horní končetiny. Vzhledem ke zvýšení skóre ve funkčních testech předpokládáme, že neprůkaz signifikantního zvýšení svalové aktivity byl způsoben zejména malým vzorkem testovaných probandů po cévní mozkové příhodě.

Motor imagery a action observation je efektivním nástrojem pro rehabilitaci pacientů po CMP. Tato léčba nepředstavuje pro pacienty žádné riziko, je lehce proveditelná, reprodukovatelná a dobře akceptovatelná. Výhodou je, že není finančně náročná a má široké spektrum uplatnění.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ACHARYA, S., SHUKLA, S. 2012. Mirror neurons: Enigma of the metaphysical modular brain. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* [online]. 2012, vol. 3, no. 2, pp. 118-124 [cit. 2013-03-17]. ISSN 2229-7707. Dostupné z: <http://www.jnsbm.org/text.asp?2012/3/2/118/101878>.

AONO, K., KODAMA, M., MASAKADO, Y., MURAOKA, Y. 2013. Changes in Cortical Excitability during and just before Motor Imagery. *The Tokai Journal of Experimental and Clinical Medicine* [online]. 2013, vol. 38, no. 1, pp. 1-6 [cit. 2014-03-28]. ISSN 2185-2243. Dostupné z: <http://mj.med.u-tokai.ac.jp/pdf/380101.pdf>.

BHASIN, A., SRIVASTAVA, P., KUMARAN, S., BHATIA, R., MOHANTY, S. 2012. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: A functional magnetic resonance imaging study. *Neurology India* [online]. 2012, vol. 60, no. 6, pp. 570-576 [cit. 2013-03-19]. ISSN 0028-3886. Dostupné z: <http://www.neurologyindia.com/article.asp?issn=0028-3886;year=2012;volume=60;issue=6;spage=570;epage=576;aulast=Bhasin>.

BINKOFSKI, F., BUCCINO, G. 2006. The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *Journal of Physiology-Paris* [online]. 2006, vol. 99, no. 4-6, pp. 396-405 [cit. 2013-03-19]. ISSN 0928-4257. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0928425706000131>.

BOHANNON, R. W., SMITH, M. B. 1987. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Physical Therapy* [online]. 1987, vol. 67, pp. 206-207 [cit. 2013-10-25]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: <http://ptjournal.apta.org/content/67/2/206.full.pdf+html>.

BUCCINO, G., ARISI, D., GOUGH, P., APRILE, D., FERRI, CH., SEROTTI, L., TIBERTI, A., FAZZI, E., MIMA, T., FUKUYAMA H., MITANI, A. 2012. Improving upper limb motor functions through action observation treatment: A pilot study in children with cerebral palsy. *NeuroImage* [online]. 2012, vol. 23, no. 1, pp. 822-828 [cit. 2013-03-19]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2012.04334.x>.

BUCCINO, G., BINKOFSKI, F., RIGGIO, L. 2004. The mirror neuron system and action recognition. *Brain and Language* [online]. 2004, vol. 89, no. 2, pp. 370-376 [cit. 2013-03-13]. ISSN 0093-934X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093934X03003560>.

BUCCINO, G., SOLODKIN, A., SMALL, M. D. 2006. Functions of the Mirror Neuron System: Implications for Neurorehabilitation. *Cognitive and Behavioral Neurology* [online]. 2006, vol. 19, no. 1, pp. 55-63 [cit. 2013-03-16]. ISSN 1543-3633. Dostupné z: <http://pdfs.journals.lww.com/cogbehavneurol/2006/03000/7.pdf>.

BURIANOVÁ, H., MARSTALLER, L., SOWMAN, P., TESAN, G., RICH, A. N., WILLIAMS, M., SAVAGE, G., JOHNSON, B. W. 2013. Multimodal Functional Imaging of Motor Imagery Using a Novel Paradigm. *NeuroImage* [online]. 2013, vol. 71, pp. 50-58 [cit. 2013-12-31]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S1053811913000323/1-s2.0-S1053811913000323-main.pdf?_tid=e8778e9c-dc7b-11e3-a815-00000aacb360&acdnat=1400191229_d9d3cb39ade36eb595408f52f8733441.

BUTLER, A. J., CAZEAUX, J., FIDLER, A., JANSEN, J., LEFKOVE, N., GREGG, M., HALL, C., EASLEY, K. A., SHENVI, N., WOLF, L. 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, vol. 2012, pp. 1-11 [cit. 2013-06-03]. ISSN 2156-5899. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/497289/>.

CAGGIANO, V., FOGASSI, L., RIZZOLATTI, G., CASILE, A., GIESE, M. A., THIER, P. 2012. Mirror neurons encode the subjective value of an observed action. *PNAS* [online]. 2012, vol. 109, no. 29, pp. 11848-11853 [cit. 2013-03-17]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3406819/pdf/pnas.201205553.pdf>.

CALVO-MERINO, B., GLASER, D. E., GRÉZES, J., PASSINGHAM, R. E., HAGGARD, P. 2005. Action Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers. *Cerebral cortex* [online]. 2005, vol. 15, no. 1, pp. 1047-3211 [cit. 2013-11-17]. ISSN 1474-0044. Dostupné z: <http://cercor.oxfordjournals.org/content/15/8/1243.long>.

CELNIK, P., WEBSTER, B., GLASSER, D. M., COHEN, L. G. 2008. Effect of Action Observation on Physical Training after Stroke. *Stroke* [online]. 2008, vol. 39, pp. 1814-1820 [cit. 2014-04-09]. ISSN 1524-4628. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/content/39/6/1814.full.pdf+html>.

CICINELLI, P., MARCONI, B., ZACCAGNINI, M., PASQUALETTI, P., FILIPPI, M. M., ROSSINI, P. M. 2005. Imagery-induced Cortical Excitability Changes in Stroke: A Transcranial Magnetic Stimulation Study. *Cerebral Cortex* [online]. 2005, vol. 16, pp. 247-253 [cit. 2014-01-12]. ISSN 1047-3211. Dostupné z: <http://cercor.oxfordjournals.org/content/16/2/247.full.pdf+html>.

COCKRELL, J. R., FOLSTEIN, M. F. 2002. Mini-Mental State Examination. *Principles and Practice of Geriatric Psychiatry* [online]. 2002, pp. 140-141 [cit. 2013-11-17]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0470846410.ch27\(ii\)/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0470846410.ch27(ii)/pdf).

COLLET, CH., GUILLOT, A., LEBON, F., MACINTYRE, T., MORAN, A. 2011. Measuring Motor Imagery using Psychometric, Behavioral and Psychophysiological Tools. *Exercise and Sport Sciences Reviews* [online]. 2011, pp. 1-30 [cit. 2013-12-20]. ISSN 1538-3008. Dostupné z: https://www.google.cz/url?q=http://sciencespourtous.univ-lyon1.fr/files/2014/02/Mesurer_imagerie_mentale.pdf&sa=U&ei=f4NAU_yLAszFtAa

J7YGQAg&ved=0CCAQFjAA&sig2=TEv9XmEoKYadD181igZNIQ&usg=AFQjCN
EPMDB3qoY7UEDnZgsK1wxqGKWCXw.

CROSS, E. S., KRAEMER, D. J. M., HAMILTON, A. F. DE C., KELLEY, W. M., GRAFTON, S. T. 2008. Sensitivity of the Action Observation Network to Physical and Observational Learning. *Cerebral Cortex* [online]. 2008, vol. 19, pp. 315-326 [cit. 2013-12-06]. ISSN 1047-3211. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2638791/>.

CUMMING, T. B., CHURILOV, L., LINDEN, T., BERNHARDT, J. 2013. Montreal Cognitive Assessment and Mini-Mental State Examination are both valid cognitive tools in stroke. *Acta Neurologica Scandinavia* [online]. 2013, vol. 128, pp. 122-129 [cit. 2013-12-30]. ISSN 1600-0404. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ane.12084/pdf>.

DARNALL, B. D. 2009. Self-delivered home-based mirror therapy for lower limb phantom pain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 2009, vol. 88, no. 1, pp. 78-81 [cit. 2014-02-23]. ISSN 1537-7385. Dostupné z: <http://www.fisioterapiamarlenemuller.com.br/pdfs/DARNAL,2008%20Self-delivered%20home%20based%20mirror%20therapy%20for%20lower%20limb%20phantom%20pain.pdf>.

DECETY, J., GRÉZES, J., COSTES, N., PERANI, M., JEANNEROD, M., PROCYK, E., GRASSI, F., FAZIO, F. 1997. Brain activity during observation of actions: Influence of action content and subjects strategy. *Brain* [online]. 1997, vol. 120, pp. 11763-1777 [cit. 2013-12-26]. ISSN 0895- 6111. Dostupné z: <http://brain.oxfordjournals.org/content/120/10/1763.full.pdf+html>.

DECETY, J., JEANNEROD, M., GERMAIN, M., PASTENE, J. 1991. Vegetative Response during Imagined Movement is Proportional to Mental Effort. *Behavioral Brain Research* [online]. 1991, vol. 42, pp. 1-5 [cit. 2012-12-22]. ISSN 1872-7549. Dostupné z: http://www.communicationcache.com/uploads/1/0/8/8/10887248/vegetative_response_during_imagined_movement_is_proportional_to_mental_effort.pdf.

DECETY, J., JEANNEROD, M., PRABLANC, C. 1989. The Timing of Mentally Represented Actions. *Behavioural Brain Research* [online]. 1989, vol. 34, pp. 35-42 [cit. 2012-11-30]. ISSN 1872-7549. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.212.3957>.

DECETY, J., PERANI, D., JEANNEROD, M., BETTINARDI, V., TADARY, B., WOODS, R., MAZZIOTTA, J. C., FAZIO, F. 1994. Mapping Motor Representations with Positron Emission Tomography. *NATURE* [online]. 1994, vol. 371, pp. 600-603 [cit. 2013-12-29]. ISSN 0926-6410. Dostupné z: <http://www.nature.com/nature/journal/v371/n6498/pdf/371600a0.pdf>.

DECHENT, P., MERBOLDT, K. D., FRAHM, J. 2004. Is the Human Primary Motor Cortex Involved in Motor Imagery?. *Cognitive Brain Research* [online]. 2004, vol. 19, pp. 138-144 [cit. 2013-12-21]. ISSN 0926-6410. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0926641003002945/1-s2.0-S0926641003002945-main.pdf?_tid=7cf27518-dc73-11e3-8710-00000aacb35e&acdnat=1400187612_b1a11108b8579c1f939b3fc15c96a341.

DEIBER, M. P., IBANEZ, V., SADATO, N., HALLETT, M. 1996. Cerebral Structures Participating in Motor Preparation in Humans: A Positron Emission Tomography study. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1996, vol. 75, no. 1, pp. 233-247 [cit. 2014-02-19]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <http://www.nips.ac.jp/fmritms/pdf/1996/Deiber1996.pdf>.

DEVESSE, A., VAN VOOREN, P., COX-STECK, G., SMITS, D. 2012. Testing functionality of the arm: A comparison between the ARAT and Wolf Motor Functioning Test. *Hogeschool-Universiteit Brusel* [online]. 2012, pp. 1-3 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: https://lirias.hubrusel.be/bitstream/123456789/4820/1/WPT2011-Poster_Wolf%20versus%20ARAT.pdf.

DE VICO FALLANI, F., PICHIORRI, F., MORONE, G., MOLINARI, M., BABILONI, F., CINCOTTI, F., MATTIA, D. 2013. Multiscale Topological Properties of Functional Brain Networks during Motor Imagery after Stroke. *NeuroImage* [online]. 2013, vol. 83, pp. 438-449 [cit. 2014-03-25]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1306/1306.5262.pdf>.

DE VRIES, S., MULDER, T. 2007. Motor imagery and stroke rehabilitation: A critical discussion. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2007, vol. 39, pp. 5-13 [cit. 2013-12-20]. ISSN 0036-5505. Dostupné z: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:b8MTQwTpRacJ:http://www.medicaljournals.se/jrm/content/download.php%3Fdoi%3D10.2340/16501977-0020%2BMotor+imagery+and+stroke+rehabilitation:+A+critical+discussion.&client=opera&oe=UTF-8&hl=cs&ct=clnk>.

DE VRIES, S., TEPPER, M., OTTEN, B., MULDER, T. 2011. Recovery of Motor Imagery Ability in Stroke Patients. *Rehabilitation Research and Practice* [online]. 2011, vol. 2011, pp. 1-10 [cit. 2013-12-20]. ISSN 2090-2867. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/rerp/2011/283840/>.

DICKSTEIN, R., GAZIT-GRUNWALD, M., PLAX, M., DUNSKY, A., MARCOVITZ, E. 2005. EMG Activity in Selected Target Muscles during Imagery Rising on Tiptoes in Healthy Adults and Poststroke Hemiparetic Patients. *Journal of Motor Behavior* [online]. 2005, vol. 37, no. 6, pp. 475-483 [cit. 2014-05-08]. ISSN 1940-1027. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=9d675f15-767d-4fe0-9bb6-276749e940fb%40sessionmgr4001&vid=2&hid=4203>.

DIMYAN, M., COHEN, L. 2011. Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke. *Nature Reviews Neurology* [online]. 2011, vol. 7, pp. 76-85 [cit. 2013-11-05]. ISSN 1759-4758. Dostupné z: <http://www.bfe.org.cn/upload/20120903/20120903060403.pdf>.

DI RIENZO, F., GUILLOT, A., DELPUECH, C., DALIGAULT, S., RODE, G., COLLET, CH. 2012. Inhibition of the Motor Command during Motor Imagery: A MEG Study with a Quadriplegic Patient. *Mental Processes and Motor Performance* [online]. 2012, vol. 3, p. 902 [cit. 2013-01-01]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <http://cdn.f1000.com/posters/docs/250695544>.

ERTELT. D., HEMMELMANN, C., DETTMERS, CH., ZIEGLER, A., BINKOFSKI, F. 2012. Observation and execution of upper-limb movements as a tool for rehabilitation of motor deficit in paretic stroke patients: protocol of a randomized clinical trial. *BMC Neurology* [online]. 2012, vol. 12, no. 42, pp. 1-10 [cit. 2013-03-15]. ISSN 1535-7228. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2377-12-42.pdf>.

ERTELT, D., SMALL, S., SOLODKIN, A., DETTMERS, CH., MCNAMARA, A., BINKOFSKI, F., BUCCINO, G. 2007. Action Observation has Positive Impact on Rehabilitation of Motor Deficits after Stroke. *NeuroImage* [online]. 2007, vol. 36, pp. 164-173 [cit. 2013-12-28]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811907002534>.

ESLINGER, P. J., SWAN, G. E., CARMELLI, D. 2003. Changes in Mini-Mental state Exam in Community-Dwelling Older Persons over 6 Years: Relationship to Health and Neuropsychological Measures. *Neuroepidemiology* [online]. 2003, vol. 22, no. 1, pp. 23-30 [cit. 2013-12-28]. ISSN 0251-5350. Dostupné z: <http://search.proquest.com/docview/230520864/fulltextPDF?accountid=16730>.

FABBRI-DESTRO, M., RIZZOLATTI, G. 2008. Mirror Neurons and Mirror Systems in Monkeys and Humans. *Physiology* [online]. 2008, vol. 23, no. 3, pp. 171-179 [cit. 2013-03-15]. ISSN: 1548-9213. Dostupné z: <http://physiologyonline.physiology.org/content/23/3/171.full.pdf+html>.

FADIGA, L., CRAIGHERO, L., BUCCINO, G., RIZZOLATTI, G. 2002. Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles: a TMS study. *European Journal of Neuroscience* [online]. 2002, vol. 15, no. 2, pp. 399-402 [cit. 2013-04-20]. ISSN: 1460-9568. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0953-816x.2001.01874.x/full>.

FOGASSI, L., FEFFARI, P. F., GESIERICH, B., ROZZI, S., CHERSI, F., RIZZOLATTI, G. 2005. Parietal Lobe: From Action Organization to Intention Understanding. *Science* [online]. 2005, vol. 308, no. 5722, pp. 662-667 [cit. 2013-03-18]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: <http://www.unipr.it/arpa/mirror/pubs/pdf/files/Fogassi-Ferrari2005.pdf>.

FOLSTEIN, M. F., FOLSTEIN, S. E., MCHUGH, P. R. 1975. Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research* [online]. 1975, vol. 12, pp. 189-198 [cit. 2013-12-29]. ISSN 0165-1781. Dostupné z: [http://www.journalofpsychiatricresearch.com/article/0022-3956\(75\)90026-6/pdf](http://www.journalofpsychiatricresearch.com/article/0022-3956(75)90026-6/pdf).

FRANCESCHINI, M., AGOSTI, M., CANTAQALLO, A., SALE, P., MANUSCO, M., BUCCINO, G. 2010. Mirror neurons action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine* [online]. 2010, vol. 46, no. 4, pp. 517-523 [cit. 2013-03-17]. ISSN 1973-9095. Dostupné z: <http://www.minervamedica.it/en/getfreepdf/J6NG32w1%252BbIb8ABUAcBtwN%252BCuBp%252BchZVy9jz7AJJuRNM6o07QQ7J2qsubn1OnnEMd2j1f2DiKakk1fbPRd qIuQ%253D%253D/R33Y2010N04A0517.pdf>.

GARRY, M. I., LOFTUS, A., SUMMERS, J. J., ZIVIANI, J., BURZI, V., SLAUGHTER, V., ROSE, S., PROVAN, K., FINDLAY, L., FISHER, I., COLOMBINI, F., TEALDI, G., MARCHI, V., WHITTINGHAM, K. 2005. Mirror, mirror on the wall: Viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. *Experimental Brain Research* [online]. 2005, vol. 163, pp. 118-122 [cit. 2013-03-16]. ISSN 1432-1106. Dostupné z:

<http://link.springer.com/10.1007/s00221-005-2226-9>.

GOLDENBERG, G. 2002. Loss of visual imagery: Neuropsychological evidence in search for a theory. *Behavioral and Brain sciences* [online]. 2002, vol. 25, no. 2, p. 191 [cit. 2013-10-15]. ISSN 2160-5874. Dostupné z: http://mapageweb.umontreal.ca/gosselif/labogo/superBBS_pub.pdf.

GREGG, M., CLARK, T. 2007. Theoretical and practical applications of mental imagery. *International Symposium on Performance Science* [online]. 2007, pp. 1-6 [cit. 2013-09-18]. ISSN 1646-9798. Dostupné z: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:r0OzGKpDnMwJ:http://www.legacyweb.rcm.ac.uk/cache/fl0020250.pdf%2BTheoretical+and+practical+applications+of+mental+imagery.&client=opera&oe=UTF-8&hl=cs&ct=clnk>.

GREGG, M., HALL, C., BUTLER, A. 2007. The MIQ-RS: A suitable option for examining movement imagery ability. *Advance Access Publication* [online]. 2007, vol. 7, no. 2, pp. 249-257 [cit. 2013-12-28]. ISSN 1464-3529. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2862926/?report=reader>.

GUILLOT, A., COLLET, C. 1996. Duration of Mentally Simulated Movement: A Review. *Journal of Motor Behavior* [online]. 1996, vol. 28, no. 1, pp. 1-10 [cit. 2013-12-30]. ISSN 1940-1027. Dostupné z: <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/spiral-files/download?mode=inline&data=2163466>.

GUILLOT, A., MOSCHBERGER, K., COLLET, CH. 2013. Coupling Movement with Imagery as a new Perspective for Motor Imagery Practice. *Behavioral and Brain Functions* [online]. 2013, vol. 9, no. 8, pp. 1-8 [cit. 2014-04-15]. ISSN 1744-9081. Dostupné z: <http://www.behavioralandbrainfunctions.com/content/9/1/8>.

GUZZETTA, A., BOYD, R. N., PEREZ, M., ZIVIANI, J., BURZI, V., SLAUGHTER, V., ROSE, S., PROVAN, K., FINDLAY, L., FISHER, I., COLOMBINI, F., TEALDI, G., MARCHI, V., WHITTINGHAM, K. 2013. UP-BEAT (Upper Limb Baby Early Action-observation Training): Protocol of two parallel randomised controlled trials of action-observation training for typically developing

infants and infants with asymmetric brain lesions. *BMJ Open* [online]. 2013, vol. 3, pp. 1-13 [cit. 2013-03-14]. ISSN 1468-5833. Dostupné z: <http://bmjopen.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmjopen-2012-002512>.

HAVLICK, J. T. 2008. The effect of varying imagery perspective and Modality on Juggling skill acquisition using internet-based modular instruction. *Graduate school* [online]. 2008, pp. 1-428 [cit. 2013-12-08]. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=SyBRKZR5fJkC&pg=PR2&lpg=PR2&dq=The+effect+of+varying+imagery+perspective+and+Modality+on+Juggling+skill+acquisition+using+internet-based+modular+instruction.&source=bl&ots=yELjc7yIRD&sig=IFpLFBx8qRMluby6IWBV978vO5s&hl=cs&sa=X&ei=gZFAU_q3O4nJtAbeioHwAg&ved=0CCAQ6AEwAA#v=onepage&q=The%20effect%20of%20varying%20imagery%20perspective%20and%20Modality%20on%20Juggling%20skill%20acquisition%20using%20internet-based%20modular%20instruction.&f=false.

HE, L., TIAN, Z. 2012. Motor imagery did not Improve Strenth of Biceps Brachii. *Engineering* [online]. 2012, vol. 5, pp. 99-102 [cit. 2014-04-25]. ISSN 1560-2303. Dostupné z: <http://file.scirp.org/Html/38210.html>.

HELBIG, H. B., STEINWENDER, J., GRAF, M., KIEFER, M. 2010. Action observation can prime visual object recognition. *Experimental brain Research* [online]. 2010, vol. 200, pp. 251-258 [cit. 2013-11-19]. ISSN 1432-1106. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2820217/pdf/221_2009_Article_1953.pdf.

HÉTU, S., MERCIER, C., EUGÉNE, F., MICHON, P. E., JACKSON, P. L. 2011. Modulation of Brain Activity during Action Observation: Influence of perspective, Transitivity and Meaningfulness. *PLoS ONE* [online]. 2011, vol. 6, no. 9, pp. 1-12 [cit. 2013-09-12]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0024728>.

HOLPER, L., MUEHLEMANN, T., SCHOLKMANN, F., ENG, K., KIPER, D., WOLF, M. 2010. Testing the potential of virtual reality neurorehabilitation system during performance of observation, imagery and imitation of motor actions recorded by wireless functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). *Journal of neuroengineering and rehabilitation* [online]. 2010, vol. 7, no. 57, pp. 1-13 [cit. 2013-10-20]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/7/1/57>.

HSIEH, CH. L., HSUEH, I. P., CHIANG, F. M., LIN, P. H. 1998. Inter-rater reliability and validity of the Action Research Arm Test in stroke patients. *Age and Ageing* [online]. 1998, vol. 27, pp. 107-113 [cit. 2013-11-16]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: <http://ageing.oxfordjournals.org/content/27/2/107.long>.

CHEN, H. F., LIN, K. CH., WU, CH. Y., CHEN, CH. L. 2012. Rasch Validation and Predictive Validity of the Action Research Arm Test in Patients Receiving Stroke Rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2012, vol. 93, pp. 1039-1045 [cit. 2013-10-19]. ISSN 0003-9993. Dostupné z: [http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(11\)01067-7/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(11)01067-7/pdf).

IACOBONI, M., MAZZIOTTA, J. C. 2007. Mirror neuron system: basic findings and clinical applications. *Annals of neurology* [online]. 2007, vol. 62, no. 3, pp. 213-218 [cit. 2013-03-14]. ISSN 1531-8249. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ana.21198>.

JÄRVELÄINEN, J., SCHÜRMAN, M., HARI, R., MINAMI, Ch., KINAI, T., NAKAMURA, M., NAGAMINE, T., MATSUHASHI, M., MIMA, T., FUKUYAMA, H., MITANI, A. 2004. Activation of the human primary motor cortex during observation of tool use. *NeuroImage* [online]. 2004, vol. 23, no. 1, pp. 187-192 [cit. 2013-03-19]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811904003192>.

JEANNEROD, M. 1995. Mental imagery in the motor context. *Pergamon* [online]. 1995, vol. 33, no. 11, pp. 1419-1432 [cit. 2013-04-08]. ISSN 0743-1600. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002839329500073C>.

JEANNEROD, M. 2001. Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage* [online]. 2001, vol. 14, pp. 103-109 [cit. 2013-01-19]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.294.9833&rep=rep1&type=pdf>.

JEANNEROD, M., FRAK, V. 1999. Mental imaging of motor activity in humans. *Current Opinion in Neurobiology* [online]. 1999, vol. 9, no. 6, pp. 735-739 [cit. 2013-01-19]. ISSN 0959-4388. Dostupné z: <http://www.cisi.unito.it/neuropsicologia/didattica/materiali/approfondimenti/imaging/1999/jeannerod.pdf>.

JOHANSSON, B. B. 2012. Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. 2012, vol. 6, no. 60, pp. 1-11 [cit. 2013-03-19]. ISSN: 1662-5161. Dostupné z: <http://www.readcube.com/articles/10.3389/fnhum.2012.00060>.

KILNER, J. M., NEAL, A., WEISKOPF, N., FRISTON, K. J., FRITH, CH. D. 2009. Evidence of mirror neurons in human inferior frontal gyrus. *The Journal of Neuroscience* [online] 2009, vol. 29, no. 32, pp. 10153-10159 [cit. 2013-03-10]. ISSN: 0270-6474. Dostupné z: <http://www.jneurosci.org/content/29/32/10153.full.pdf+html>.

KRASKOV, A. 2012. The Role of Inhibition in Action Observation Treatment. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2012, vol. 54, pp. 777-783 [cit. 2013-04-26]. ISSN 1469-8749. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2012.04356.x/pdf>.

LAFLEUR, M. F., JACKSON, P. L., MALOUIN, F., RICHARDS, C. L., EVANS, A. C., DOYON, J. 2002. Motor Learning Produces Parallel Dynamic Functional Changes during the Execution and Imagination of Sequential Foot Movements. *NeuroImage* [online]. 2002, vol. 16, pp. 142-157 [cit. 2014-01-16]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S1053811901910481/1-s2.0-S1053811901910481-main.pdf?_tid=05e70816-dc79-11e3-b142-

00000aacb35e&acdnat=1400189990_5ffd7e1d35a63cec11e8b6e3c9f24ca7.

LANG, C. E., BLAND, M. D., BAILEY, R. R., SCHAEFER, S. Y., BIRKENMEIER, R. L. 2013. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity following stroke: Foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2013, vol. 26, no. 2, pp. 1-21 [cit. 2014-02-10]. ISSN 1662-5161. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3524381/pdf/nihms-391333.pdf>.

LANG, W., CHEYNE, D., HÖLLINGER, P., GERSCHLAGER, W., LINDINGER, G. 1995. Electric and Magnetic Fields of the Brain Accompanying Internal Simulation of Movement. *Cognitive Brain Research* [online]. 1995, vol. 3, pp. 125-129 [cit. 2013-12-29]. ISSN 0926-6410. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.211.8626&rep=rep1&type=pdf>.

LEBON, F., ROUFFET, D., COLLET, C., GUILLOT, A. 2008. Modulation of EMG power Spectrum Frequency during Motor Imagery. *Neuroscience Letters* [online]. 2008, vol. 435, pp. 181-185 [cit. 201-05-08]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0304394008002218/1-s2.0-S0304394008002218-main.pdf?_tid=6d5f3c16-dce7-11e3-aa66-00000aab0f26&acdnat=1400237408_2bb3a2d3b87937a49e91fad861c91c09.

LI, S., KAMPER, D. G., STEVENS, J. A., RYMER, W. Z. 2004. The Effect of Motor Imagery on Spinal Segmental Excitability. *The Journal of Neuroscience* [online]. 2004, vol. 24, no. 43, pp. 9674-9680 [cit. 2013-12-27]. ISSN 0270-6474. Dostupné z: <http://www.jneurosci.org/content/24/43/9674.full.pdf+html>.

LIKOWSKI, K. U., MÜHLBERGER, A., GERDES, A. B. M., WIESER, M. J., PAULI P., WEYERS, P. 2012. Facial mimicry and the mirror neuron system: simultaneous acquisition of facial electromyography and functional magnetic resonance imaging. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. 2012, vol. 6, pp. 1–10 [cit. 2013-03-18]. ISSN 1662-5161. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Human_Neuroscience/10.3389/fnhum.2012.00214/abstract.

LIU, K. P., CHAN, CH. C., LEE, T. M., HUI-CHAN, CH. W. 2004. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: A randomized control trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2004, vol. 85, pp. 1403-1408 [cit. 2014-10-23]. ISSN 0003-9993. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NK2R03U8c48J:http://www.cebp.nl/vault_public/filesystem/%3FID%3D1646%2BMental+imagery+for+promoting+relearning+for+people+after+stroke:+A+randomized+control+trial.&client=opera&oe=UTF-8&hl=cs&ct=clnk.

LOTZE, M., HALSBAND, U. 2006. Motor imagery. *Journal of Physiology* [online]. 2006, vol. 99, pp. 386-395 [cit. 2014-01-04]. ISSN 0928-4257. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928425706000210>.

LYLE, R. C. 1981. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. *International Journal of Rehabilitation Research* [online]. 1981, vol. 4, no. 4, pp. 483-492 [cit. 2013-10-16]. ISSN 0342-5282. Dostupné z: http://journals.lww.com/intjrehabilres/Citation/1981/12000/A_performance_test_for_a_sessment_of_upper_limb.1.aspx.

MCAVINUE, L. P., ROBERTSON, I. R. 2008. Measuring motor imagery ability: A review. *Canadian Research Knowledge Network* [online]. 2008, vol. 20, no. 2, pp. 323-251 [cit. 2013-12-30]. ISSN 1538-9588. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?client=opera&q=cache:wamxNghgisUJ:http://www.researchgate.net/publication/233372452_Measuring_motor_imagery_ability_A_review/file/79e4150f98fb583cdc.pdf%2BMeasuring+motor+imagery+ability:+

A+review.&oe=UTF-8&hl=cs&ct=clnk.

MCDONNELL, M. 2008. Action Research Arm Test. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 2008, vol. 54, p. 220 [cit. 2013-12-30]. ISSN 0004-9514. Dostupné z: http://ajp.physiotherapy.asn.au/AJP/vol_54/3/AustJPhysiotherv54i3Clinimetrics.pdf.

MILLER, K. J., SCHALK, G., FETZ, E. E., NIJS, M., OJEMANN, J. G., RAO, R. P. N. 2010. Cortical activity during motor execution, motor imagery and imagery-based online feedback. *PNAS Early Edition* [online]. 2010, vol. 107, no. 15, pp. 1-6 [cit. 2012-12-28]. ISSN 1091-6490. Dostupné z: <http://www.pnas.org/content/early/2010/02/05/0913697107.full.pdf+html>.

MOREAU, D., CLERC, J., MANSY-DANNAY, A., GUERRIEN, A. 2010. Assessing movement imagery ability: Self-report questionnaires vs. performance-based tests. *Europe's Journal of Psychology* [online]. 2010, vol. 6, no. 4, pp. 93-109 [cit. 2014-01-25]. ISSN 1841-0413. Dostupné z: <http://ejop.psychopen.eu/article/view/225/pdf>.

MULDER, T. 2007. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *Journal of Neural Transmission* [online]. 2007, vol. 114, pp. 1265-1278 [cit. 2013-11-17]. ISSN 1435-1463. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797860/>.

MURPHY, M. A., SUNNERHAGEN, K. S., JOHNELS, B., WILLÉN, C. 2006. Three-dimensional Kinematic Motion Analysis of a Daily Activity Drinking from a Glass: A Pilot Study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* [online]. 2006, vol. 3, no. 18, pp. 1-11 [cit. 2013-12-27]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/pdf/1743-0003-3-18.pdf>.

MURPHY, M. A., WILLÉN, C., SUNNERHAGEN, K. S. 2011. Kinematic Variables Quantifying Upper-Extremity Performance After Stroke During Reaching and Drinking From a Glass. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2011, vol. 25, no. 1, pp. 71-80 [cit. 2014-01-15]. ISSN 1552-6844. Dostupné z:

<http://nnr.sagepub.com/content/25/1/71.full.pdf+html>.

PARK, W. H., LI, S. 2011. No Graded Responses of Finger Muscles to TMS during Motor Imagery of Isometric Finger Forces. *Neuroscience Letters* [online]. 2011, vol. 494, no. 3, pp. 255-259 [cit. 2014-01-06]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0304394011003193/1-s2.0-S0304394011003193-main.pdf?_tid=4c4bb608-dc7e-11e3-ad24-00000aab0f26&acdnat=1400192255_05c38f68c47dada3cc44ba309c90402e.

PLATZ, T., PINKOWSKI, C., VAN WIJCK, F., KIM, I. H., DI BELLA, P., JOHNSON, G. 2005. Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test: A multicentre study. *Clinical rehabilitation* [online]. 2005, vol. 19, pp. 404-411 [cit. 2013-09-25]. ISSN 1477-0873. Dostupné z: <http://cre.sagepub.com/content/19/4/404.full.pdf>.

PRESS, C., CATMUR, C., COOK, R., WIDMANN, H., HEYES, C., BIRD, G. 2012. fMRI Evidence of 'Mirror' Responses to Geometric Shapes. *PLOS ONE* [online]. 2012, vol. 7, pp. 1-10 [cit. 2013-03-19]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0051934>.

PYLYSHYN, Z. W. 2002. Mental imagery: In search of a theory. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. 2002, vol. 25, pp. 157-238 [cit. 2013-09-15]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=145705>.

RAMACHANDRAN, V. S., ROGERS-RAMACHANDRAN, D. 1996. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proceedings: Biological Sciences* [online]. 1996, vol. 263, no. 1369, pp. 377-386 [cit. 2013-03-20]. ISSN 1471-2946. Dostupné z: <http://med.stanford.edu/nbc/articles/10%20-%20Synaesthesia%20in%20Phantom%20Limbs%20Induced%20with%20Mirrors.pdf>.

RIZZOLATTI, G. 2005. The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and embryology* [online]. 2005, vol. 210, pp. 419-421 [cit. 2013-03-16]. ISSN: 0340-2061. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00429-005-0039-z/fulltext.html>.

RIZZOLATTI, G., CRAIGHERO, L. 2004. The Mirror-Neuron System. *Annual Review of Neuroscience* [online]. 2004, vol. 27, pp. 169-192 [cit. 2013-03-17]. ISSN: 0147-006X. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/30593532/Rizzolatti-Craighero-The-Mirror-Neuron-System>

RIZZOLATTI, G., FABBRI-DESTRO, M., CATTANEO, L. 2009. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nature Clinical Practice Neurology* [online]. 2009, vol. 5, no. 1, pp. 24-34 [cit 2013-04-08]. ISSN 0028- 3878. Dostupné z: <http://www.nature.com/nrneurol/journal/v5/n1/full/ncpneuro0990.html>.

RIZZOLATTI, G., FOGASSI, L., GALLESE, V. 2001. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2001, vol. 2, pp. 661-670 [cit 2013-04-15]. ISSN 1097-6256. Dostupné z: <http://www.readcube.com/articles/10.1038/35090060>.

ROBERTS, R., CALLOW, N., HARDY, L., MARKLAND, D., BRINGER, J. 2008. Movement Imagery Ability: Development and Assessment of a Revised Version of the Vividness of Movement Imagery Questionnaire. *Journal of Sport & Exercise Psychology* [online]. 2008, vol. 30, pp. 200-221 [cit. 2013-10-15]. ISSN 0895-2779. Dostupné z: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/31337234/movement-imagery-ability-development-assessment-revised-version-vividness-movement-imagery-questionnaire>.

RÜTHER, N. N., BROWN, E. C., KLEPP, A., BELLEBAUM, CH. 2014. Observed Manipulation of Novel Tools Leads to MU Rhythm Suppression over Sensory-motor Cortices. *Behavioural Brain Research* [online]. 2014, vol. 261, pp. 328-335 [cit. 2014-05-01]. ISSN 1872-7549. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0166432813007821/1-s2.0-S0166432813007821-main.pdf?_tid=cc58b720-

dc8c-11e3-b646-

00000aab0f6b&acdnat=1400198483_22bcd3f7281b0b067b5aa4defbad4166.

SGANDURRA, G., FERRARI, A., COSSU, G., GUZZETTA, A., BIAGI, L., TOSETTI, M., FOGASSI, L., CIONI, G. 2011. Upper limb children action-observation training (UP-CAT): A randomized controlled trial in Hemiplegic Cerebral Palsy. *BMC Neurology* [online]. 2011, vol. 11, pp. 1-11 [cit. 2013-12-28]. ISSN 1471-2377. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1471-2377/11/80>.

SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M. 2012. *Motor Control*. 4th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2012. ISBN 9781-45111710-3.

SCHUSTER, C., BUTLER, J., ANDREWS, B., KISCHKA, U., ETTLIN, T. 2011. Comparison of embedded and added motor imagery training in patients after stroke: Results of a randomised controlled pilot trial. *Trials* [online]. 2011, vol. 13, no. 11, pp. 1-19 [cit. 2013-01-27]. ISSN 1745-6215. Dostupné z: <http://www.trialsjournal.com/content/pdf/1745-6215-13-11.pdf>.

STEPHAN, K. M., FINK, G. R., PASSINGHAM R. E., SILBERSWEIG, D., CEBALLOS-BAUMANN, A. O., FRITH, C. D., FRACKOWIAK, R. S. 1995. Functional Anatomy of the Mental Representation of Upper Extremity Movements in Healthy Subjects. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1995, vol. 73, no. 1, pp. 373-386 [cit. 2013-09-28]. ISSN 1522-1598. Dostupné z: <http://jn.physiology.org/content/jn/73/1/373.full.pdf>.

STINEAR, C. M., FLEMING, M. K., BARBER, P. A., BYBLOW, W. D. 2007. Lateralization of Motor Imagery following Stroke. *Clinical Neuropsychology* [online]. 2007, vol. 118, pp. 1794-1801 [cit. 2013-09-25]. ISSN 1744-4144. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S1388245707002088/1-s2.0-S1388245707002088-main.pdf?_tid=ade809ec-dd01-11e3-88c0-00000aab0f6c&acdnat=1400248683_4545acea64cab7e3ba866c88999c462a.

TOMINAGA, W., MATSUBAYASHI, J., DEGUCHI, Y., MINAMI, Ch., KINAI, T., NAKAMURA, M., NAGAMINE, T., MATSUHASHI, M., MIMA, T., FUKUYAMA, H., MITANI, A. 2009. A mirror reflection of a hand modulates stimulus-induced 20-Hz activity. *NeuroImage* [online]. 2009, vol. 46, pp. 500-504 [cit. 2013-03-19]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811909001839>.

VIGNESWARAN, G., PHILIPP, R., LEMON, R. N., KRASKOV, A. 2013. M1 Corticospinal Mirror Neurons and Their Role in Movement Suppression during Action Observation. *Current Biology* [online]. 2013, vol. 23, pp. 236-243 [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3566480/?report=reader#!po=59.3750>.

WANG, L., QIU, M., LIU, CH., YAN, R., YANG, J., ZHANG, J., ZHANG, Y., SANG, L., ZHENG, X. 2014. Age-specific activation of cerebral areas in motor imagery – a fMRI study. *Neuroradiology* [online]. 2014, vol. 56, no. 4, pp. 339-348 [cit. 2014-04-23]. ISBN 0028-3940. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00234-014-1331-5>.

WRAGA, M., KOSSLYN, S. M. 2003. Encyclopedia of Cognitive Science. *Nature Publishing Group* [online]. 2003, pp. 464-470 [cit. 2013-12-20]. ISBN 0333-792610. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0470018860.s00549/full>.

WULF, G., HORSTMANN, G., CHOI, B. 1995. Does Mental Practice Work Like Physical Practice Without Information Feedback?. *Research quarterly for exercise and sport* [online]. 1995, vol. 66, no. 3, pp. 262-267 [cit. 2013-09-22]. ISSN 2168-3824. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Cr34W3lETlwJ:www.researchgate.net/publication/38138264_Does_Mental_Practice_Work_Like_Physical_Practice_without_Information_Feedback/file/3deec524a9602946f4.pdf+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz.

XU, L., ZHANG, H., HUI, M., LONG, Z., JIN, Z., LIU, Y., YAO, L. 2014. Motor Execution and Motor Imagery: A Comparison of Functional Connectivity Patterns based on Graph Theory. *Neuroscience* [online]. 2014, vol. 261, pp. 184-194 [cit. 2014-05-02]. ISSN 0306-4522. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0306452213010142/1-s2.0-S0306452213010142-main.pdf?_tid=d577286a-dc77-11e3-be09-00000aacb35f&acdnat=1400189479_3889498b03b4534212816d3bff508913.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

∅	průměr
3D	trojdimenzionální, trojrozměrný
a.	arteria
ADL	Activities of Daily Living
ANS	autonomní nervový systém
AO	Action Observation
AOT	Action Observation Therapy
apod.	a podobně
ARAT/ARA test	Action Research Arm Test
atd.	a tak dále
cca	cirka
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervová soustava
CT	Computed Tomography
d	průměr
DMO	dětská mozková obrna
EEG	Elektroencefalografie
EMG	Elektromyografie
fMRI	Functional Magnetic Resonance Imaging
FNOL	Fakultní nemocnice Olomouc
HK/HKK	horní končetina / horní končetiny
KVIQ	Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire
m.	musculus

M1	primární motorická oblast
MAS	Modified Ashworth Scale
max	maximálně
MEG	Magnetoencefalografie
MI	Motor Imagery
MII	Motor Imagery Index
MIQ	Movement Imagery Questionnaire
MIQ-R	Movement Imagery Questionnaire-Revised
MIQ-RS	Movement Imagery Questionnaire-Revised for Stroke
MMSE	Mini Mental State Examination
MNS	Mirror Neuron System
MRI	Magnetic Resonance Imaging
např.	například
PET	Positron Emission Tomography
RHB	rehabilitace
SPECT	Single-Photon Emission Computed Tomography
tj.	to je
TMS	Transcranial Magnetic Stimulation
v	výška
VMIQ	Vividness of Movement Imagery Questionnaire

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Pohled z 1. perspektivy	30
Obrázek 2 Pohled z 3. perspektivy	30
Obrázek 3 Křivka akcelerometru před a po terapii	72

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Základní charakteristiky experimentální a kontrolní skupiny	38
Tabulka 2 P-hodnoty pro délku trvání testovaných situací před a po terapii	53
Tabulka 3 Souhrn výsledků klinických testů.....	56
Tabulka 4 P-hodnoty klinických testů vyšetřovaných před a po terapii	56

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Aktivita m. trapezius během testovaných situací na paretické HK	45
Graf 2	Aktivita m. deltoideus během testovaných situací na paretické HK	46
Graf 3	Aktivita m. biceps brachii během testovaných situací na paretické HK	46
Graf 4	Aktivita m. extenzor digitorum během testovaných situací na paretické HK.....	47
Graf 5	Aktivita m. trapezius během testovaných situací na HK zdravých jedinců	49
Graf 6	Aktivita m. deltoideus během testovaných situací na HK zdravých jedinců	49
Graf 7	Aktivita m. extenzor digitorum během testovaných situací na HK zdravých jedinců.....	50
Graf 8	Aktivita m. biceps brachii při pohybu ruky k ústům se současnou představou pohybu před a po terapii pacientů po CMP.....	52
Graf 9	Délka trvání PP před a po terapii pacientů po CMP	54
Graf 10	Délka trvání PÚ, PP a POS před a po terapii pacientů po CMP.....	54
Graf 11	Výsledky klinických testů	56

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Grafické znázornění oblastí mozku, aktivovaných při motor imagery	103
Příloha 2	Grafické znázornění oblastí mozku, aktivovaných při action observation	104
Příloha 3	Kompletní anamnestické údaje testovaných probandů	105
Příloha 4	Informovaný souhlas	107
Příloha 5	Formulář k ARA testu	108
Příloha 6	Modifikovaná Ashworthova škála	109
Příloha 7	Formulář k Mini Mental State Examination	110
Příloha 8	Formulář k MIQ-RS	111
Příloha 9	Výchozí pozice pro testované situace	114
Příloha 10a-f	Testované situace z 1. perspektivy	115
Příloha 11	Průběh terapie na oddělení lůžkové rehabilitace FNOL	117
Příloha 12	P-hodnoty k 1. vědecké otázce	118
Příloha 13	P-hodnoty k 2. vědecké otázce	119
Příloha 14	P-hodnoty k 3. vědecké otázce	120
Příloha 15	Výsledky klinických testů pacientů po CMP před a po terapii	121

PŘÍLOHY

Příloha 1 Grafické znázornění oblastí mozku, aktivovaných při motor imagery

Aktivita CNS během motor imagery	primární motorický kortex	premotorický kortex	dorzolaterální prefrontální kortex	inferiorní frontální kortex	suplementární motorická oblast	anteriorní cingulární kortex	posteriorní parietální kortex	prim. a sek. senzorytická oblast	inzulární kortex	mozeček	bazální ganglia
Bhasin et al., 2012, p. 575	x	x									
Collet et al., 2011, p. 12		x			x						
Decety et al., 1991, p. 1		x			x					x	
Decety et al., 1994, p. 602		x			x	x	x			x	x
Dechent et al., 2004, p. 140		x			x	x	x			x	x
Deiber et al., 1996, pp. 241-242		x			x	x	x			x	
Deiber et al., 1998 in Jackson et al., 2001, p. 1134	x	x			x	x	x	x	x	x	
de Vries, Mulder, 2007, pp. 6-7	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Jeannerod, Frak, 1999, p. 736		x	x	x			x			x	x
Hallett et al., 1994 in Jeannerod, 1995, p. 1424	x										
Lotze, Halsband, 2006, p. 388	x										
Lotze et al., 1999 in Holper et al., 2010, p. 2		x			x		x				
Malouin et al., 2003 in Mulder, 2007, p. 1268	x										
Parson et al., 1995 in Liu et al., 2004, p. 1406			x				x			x	
Porro et al., 1996 in Jeannerod, 2001, p. 104	x										
Roth et al., 1996 in Jeannerod, 2001, p. 104	x										
Ryding et al., 1993 in Jeannerod, 1995, p. 1424			x		x					x	
Sharma et al., 2004 in Mulder, 2007, p. 1267	x										
Schuster et al., 2012, p. 1		x								x	x
Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Příloha 2 Grafické znázornění oblastí mozku, aktivovaných při action observation

Aktivita CNS během action observation	primární motorický kortex	dorzální premotorický kortex	horní a střední temporální gyrus	inferiorní a střední frontální gyrus	gyrus supramarginalis parietálního kortexu	suplementární motorická oblast	střední a inferiorní okcipitální gyrus	gyrus parahippocampalis	gyrus fusiformis	precuneus	bazální ganglia
Bhasin et al., 2012, p. 575		x									
Buccino et al., 2004, p. 371	x	x	x	x	x						
Decety et al., 1994 in Decety et al., 1997, p. 1764		x			x						x
Decety et al., 1997, p. 1764								x			
Dushanova, Donoghue, 2010 in Vigneswaran et al., 2013, p. 236	x										
Ertelt et al., 2012, p. 2		x	x	x	x	x					
Gallese, Goldman, 1998 in Mulder et al., 2005, p. 344		x									
Grezes, Decety, 2001 in Mulder, 2007, p. 1269		x	x	x	x						
Héu et al., 2011, p. 1		x	x	x	x			x	x	x	
Järveläinen et al., 2004, pp. 187-192	x										
Roth et al., 1996 in Decety et al., 1997, p. 1764	x										
Solodkin, Hlustik, 2004 in Buccino et al., 2006, p. 59	x										

Příloha 3 Kompletní anamnestické údaje testovaných probandů**Příloha 3a** Anamnestické údaje pacientů po CMP

	pohlaví	věk	váha (kg)	výška (m)	dominance HK	paretická HK	počet dnů od CMP
Proband 1	M	63	71	1,75	P	P-hemi	19
Proband 2	M	60	90	1,75	P	L-hemi	33
Proband 3	M	48	107	1,74	P	L-hemi	1223
Proband 4	M	80	85	1,75	P	P-hemi	12
Proband 5	M	54	82	1,72	P	P-hemi	11
Proband 6	M	66	62	1,65	P	P-hemi	11
Proband 7	M	59	88	1,8	P	L-hemi	240
Proband 8	Ž	74	55	1,65	P	P-hemi	10
Proband 9	M	72	98	1,78	P	P-hemi	58
Proband 10	M	45	106	2,02	P	L-hemi	60
Proband 11	M	68	80	1,75	P	P-hemi	16
Proband 12	Ž	78	68	1,58	P	P-hemi	432
Proband 13	M	53	78	1,74	P	P-hemi	23
Proband 14	M	78	103	1,78	P	P-hemi	9
Proband 15	M	55	92	1,7	P	L-hemi	28
průměr		63,53	84,33	1,74			
SD		10,92	15,26	0,09			

Příloha 3b Anamnestické údaje kontrolní skupiny probandů

	pohlaví	věk	věk	váha (kg)	výška (m)	dominance HK
Proband 1	Ž	1966	48	70	1,64	P
Proband 2	M	1965	49	92	1,72	P
Proband 3	M	1948	66	80	1,74	P
Proband 4	M	1967	47	69	1,76	P
Proband 5	M	1948	66	130	1,73	P
Proband 6	Ž	1932	82	79	1,66	P
Proband 7	Ž	1939	75	82	1,52	P
Proband 8	Ž	1947	67	76	1,62	P
Proband 9	M	1939	75	73	1,76	P
Proband 10	M	1950	64	90	1,84	P
Proband 11	M	1943	71	90	1,65	P
Proband 12	M	1948	66	70	1,72	P
Proband 13	M	1940	74	85	1,68	P
Proband 14	M	1945	69	80	1,76	P
Proband 15	M	1957	57	110	1,87	P
průměr			65,07	85,07	1,71	
SD			10,21	15,86	0,08	

Příloha 4 Informovaný souhlas



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
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: **IGA FZV „PŘEDSTAVA A OBSERVACE FUNKČNÍCH POHYBŮ V OBRAZE POVRCHOVÉ ELEKTROMYOGRAFIE“**

období realizace: březen 2013 – únor 2014

řešitelé projektu: Mgr. Barbora Kolářová, Ph.D., MUDr. Alois Krobot, Ph.D., Prof. MUDr. Ing. Petr Hlušík, Ph.D., MUDr. Petr Kolář, Mgr. Kamila Polohlová, Bc. Pavlína Habermannová, Bc. Romana Baďurová, Bc. Lucia Danajová, Bc. Ivona Krejčířiková, Bc. Denisa Krejčířiková

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je zhodnotit, zda sledování určitého pohybu nebo jeho představa vede k aktivitě vybraných svalů. Pro účely zhodnocení aktivity svalů Vám budou na kůži aplikovány hypoalergenní samolepící elektrody. Předpokládaná doba měření je 60 minut. Z účasti na projektu pro Vás nevyplývají žádná zdravotní ani jiná rizika a v průběhu měření můžete kdykoliv vyjádřit nesouhlas s jeho průběhem a měření bude ukončeno. 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 5 Formulář k ARA testu (VU Medisch Centrum Amsterdam)

Scoreform ARA test

Name patiënt :
 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 6 Modifikovaná Ashworthova škála (Haasl et al., 1996, p. 561)

Grade	Description
0	no increase in muscle tone
1	slight increase in muscle tone, manifested by a catch and release or by minimum resistance at the end of the range of motion when the affected part(s) is moved in flexion or extension
1+	slight increase in muscle tone, manifested by a slight catch, followed by minimal resistance throughout the remainder (less than half) of the range of movement
2	more marked increase in muscle tone through most of the range of movement, but affected part(s) easily moved
3	considerable increase in muscle tone, passive movement difficult
4	affected part(s) rigid in flexion or extension

Příloha 7 Formulář k Mini Mental State Examination (Kurlowicz, Wallace, 1999,
p. 2)

The Mini-Mental State Exam

Patient _____ Examiner _____ Date _____

Maximum Score

- | | | |
|---|-----|---|
| 5 | () | Orientation |
| | | What is the (year) (season) (date) (day) (month)? |
| 5 | () | Where are we (state) (country) (town) (hospital) (floor)? |

- | | | |
|---|-----|---|
| 3 | () | Registration |
| | | Name 3 objects: 1 second to say each. Then ask the patient
all 3 after you have said them. Give 1 point for each correct answer.
Then repeat them until he/she learns all 3. Count trials and record.
Trials _____ |

- | | | |
|---|-----|---|
| 5 | () | Attention and Calculation |
| | | Serial 7's. 1 point for each correct answer. Stop after 5 answers.
Alternatively spell "world" backward. |

- | | | |
|---|-----|---|
| 3 | () | Recall |
| | | Ask for the 3 objects repeated above. Give 1 point for each correct answer. |

- | | | |
|---|-----|--|
| 2 | () | Language |
| | | Name a pencil and watch. |
| 1 | () | Repeat the following "No ifs, ands, or buts" |
| 3 | () | Follow a 3-stage command: |
| | | "Take a paper in your hand, fold it in half, and put it on the floor." |
| 1 | () | Read and obey the following: CLOSE YOUR EYES |
| 1 | () | Write a sentence. |
| 1 | () | Copy the design shown. |



_____ Total Score _____

Příloha 8 Formulář k MIQ-RS (Gregg et al., 2007, pp. 254-257)

MIQ-RS

This questionnaire concerns two ways of mentally performing movements that are used by some people more than by others, and are more applicable to some types of movements than others. The first is attempting to form a visual image or picture of a movement in your mind. The second is attempting to feel what performing a movement is like without actually doing the movement. You are requested to do both of these mental tasks for a variety of movements in this questionnaire, and then rate how easy/difficult you found the tasks to be. The ratings that you give are not designed to assess the goodness or badness of the way you perform these mental tasks. They are attempts to discover the capacity individuals show for performing these tasks for different movements. There are no right or wrong ratings or some ratings that are better than others.

Each of the following statements describes a particular action or movement. Read each statement carefully and then actually perform the movement as described. Only perform the movement a single time. Return to the starting position for the movement just as if you were going to perform the action a second time. Then, depending on which of the following you are asked to do, either (i) form as clear and vivid a visual image as possible of the movement just performed, or (ii) attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it.

After you have completed the mental task required, rate the ease/difficulty with which you were able to do the task. Take your rating from the following scales.

Rating scales:

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

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

Be as accurate as possible and take as long as you feel necessary to arrive at the proper rating for each movement. You may choose the same rating for any number of movements "seen" or "felt" and it is not necessary to utilize the entire length of the scale.

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.

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 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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to see	hard	(not easy	easy	to see	easy
to see		to see	not hard)	to see		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to feel	hard	(not easy	easy	to feel	easy
to feel		to feel	not hard)	to feel		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to feel	hard	(not easy	easy	to feel	easy
to feel		to feel	not hard)	to feel		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to see	hard	(not easy	easy	to see	easy
to see		to see	not hard)	to see		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to feel	hard	(not easy	easy	to feel	easy
to feel		to feel	not hard)	to feel		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to see	hard	(not easy	easy	to see	easy
to see		to see	not hard)	to see		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to feel	hard	(not easy	easy	to feel	easy
to feel		to feel	not hard)	to feel		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to feel	hard	(not easy	easy	to feel	easy
to feel		to feel	not hard)	to feel		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to see	to see	(not easy	easy	to see	easy
to see			not hard)	to see		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	Somewhat	Neutral	Somewhat	Easy	Very
hard	to see	to see	(not easy	easy	to see	easy
to see			not hard)	to see		to see

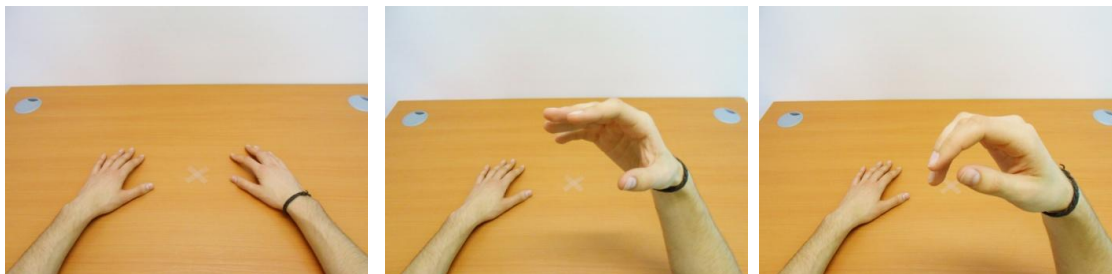
Rating: _____

Příloha 9 Výchozí pozice pro testované situace

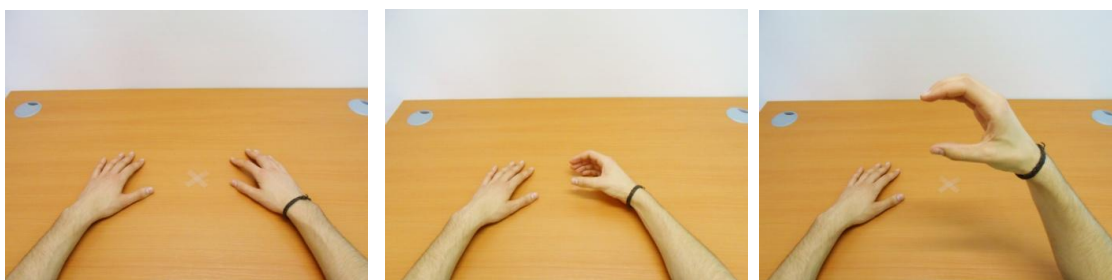


Příloha 10a-f Testované situace z 1. perspektivy

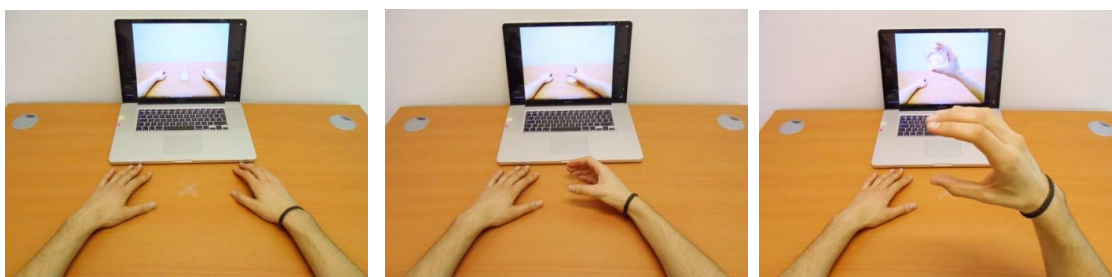
Příloha 10a Pohled na prostý pohyb k ústům z 1. perspektivy



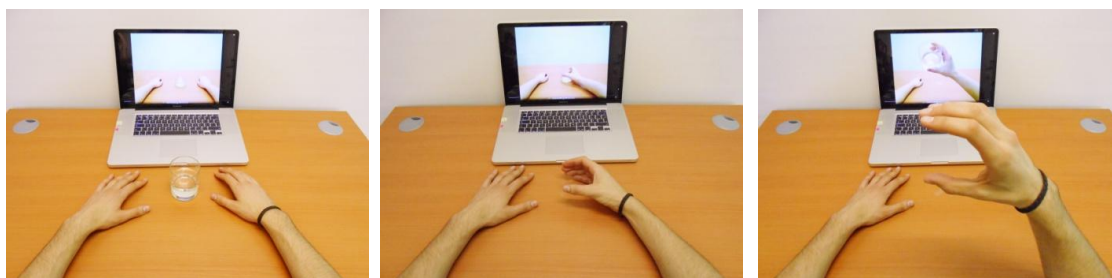
Příloha 10b Pohled na pohyb ruky k ústům se současnou představou pohybu napítí se ze sklenice z 1. perspektivy



Příloha 10c Pohled na pohyb ruky k ústům se současnou představou i observací pohybu napítí se ze sklenice z 1. perspektivy



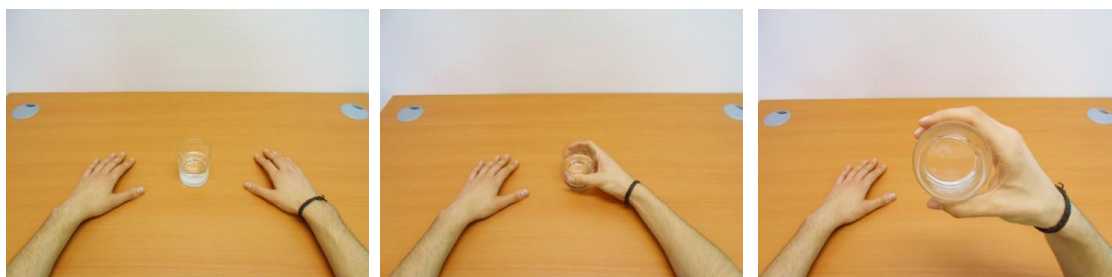
Příloha 10d Pohled na pohyb ruky se sklenicí k ústům se současnou představou i
observací pohybu napítí se ze sklenice z 1. perspektivy



Příloha 10e Pohled na pohyb ruky k ústům se sklenicí naplněnou voskem se
současnou představou napítí se ze sklenice



Příloha 10f Pohled na reálné provedení pohybu napítí se ze sklenice s vodou



Příloha 11 Průběh terapie na oddělení lůžkové rehabilitace FNOL



Příloha 12 P-hodnoty k 1. vědecké otázce

H₀₁-H₀₃	PÚxPP	PÚxPOS	PPxPOS
m. trapezius	0,799765	0,017942	0,247574
m. deltoideus	0,481978	0,004695	0,005344
m. biceps brachii	0,015411	0,004889	0,877707
m. seratus anterior	0,333090	0,697266	0,479122
m. triceps brachii	0,753665	0,462998	0,338919
m. flexor digitorum	0,756901	0,808877	0,500976
m. extenzor digitorum	0,034070	0,005441	0,002184
1 akc. -x, G	0,569556	0,134121	0,436944
1 akc-y, G	0,592778	0,131354	0,080513
1 akc-z, G	0,573632	0,147866	0,084268
2 akc-x, G	0,811686	0,083644	0,283224
2 akc-x, G-y, G	0,839789	0,077768	0,255370
2 akc-x, G-z, G	0,868398	0,072639	0,245510

Legenda k Příloze 12: H₀₁-H₀₃ – Nulové hypotézy 1 – 3; PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; m. – musculus; akc. - akcelerometr

Příloha 13 P-hodnoty k 2. vědecké otázce

H₀₄-H₀₆	PÚxPP	PÚxPOS	PPxPOS
m. trapezius	0,030824	0,039972	0,788088
m. deltoideus	0,353028	0,512704	0,000808
m. biceps brachii	0,244715	0,510872	0,155805
m. seratus anterior	0,266862	0,836109	0,104749
m. triceps brachii	0,557666	0,103798	0,061549
m. flexor digitorum	0,278414	0,200746	0,153363
m. extenzor digitorum	0,251647	0,016601	0,033395
1 akc. -x, G	0,233494	0,340978	0,665310
1 akc-y, G	0,213662	0,345631	0,694764
1 akc-z, G	0,227627	0,340965	0,678094
2 akc-x, G	0,099649	0,005732	0,014461
2 akc-x, G-y, G	0,100175	0,005787	0,014523
2 akc-x, G-z, G	0,102711	0,005845	0,015329

Legenda k Příloze 13: H₀₄-H₀₆ – Nulové hypotézy 4 – 6; PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; m. – musculus; akc. - akcelerometr

Příloha 14 P-hodnoty k 3. vědecké otázce

H₀₇-H₀₉	PÚ	PP	POS
m. trapezius	0,432627	0,550924	0,096198
m. deltoideus	0,912777	0,859390	0,271736
m. biceps brachii	0,777565	0,421119	0,035465
m. seratus anterior	0,432627	0,245494	0,396727
m. triceps brachii	0,683239	0,875291	0,974960
m. flexor digitorum	0,157812	0,593619	0,875291
m. extenzor digitorum	0,096275	0,157606	0,251971
1 akc. -x, G	0,168649	0,767881	0,245494
1 akc-y, G	0,177282	0,772579	0,245494
1 akc-z, G	0,171145	0,764791	0,245494
2 akc-x, G	0,509798	0,974960	0,765586
2 akc-x, G-y, G	0,593619	0,875291	0,746052
2 akc-x, G-z, G	0,550924	0,924978	0,761341

Legenda k Příloze 14: H₀₇-H₀₉ – Nulové hypotézy 7 – 9; PÚ – prostý pohyb ruky k ústům; PP – pohyb ruky k ústům se současnou představou napití se ze sklenice; POS - pohyb ruky k ústům se současnou představou a observací napití se ze sklenice; m. – musculus; akc. - akcelerometr

Příloha 15 Výsledky klinických testů pacientů po CMP před a po terapii

	vyšetření	ARAT (57)	MIQ-RS (98)	MMSE (30)	MAS Bi/FI
Proband 1	vstupní	52	75	23	1/1
	výstupní	57	79	23	1/1
Proband 2	vstupní	52	65	30	1/1
	výstupní	57	87	29	1/1
Proband 3	vstupní	51	76	30	0/0
	výstupní	56	75	30	0/0
Proband 4	vstupní	28	78	19	1/1
	výstupní	45	87	24	1/1
Proband 5	vstupní	52	85	26	1/0
	výstupní	55	75	25	1/0
Proband 6	vstupní	54	76	30	0/0
	výstupní	57	85	30	0/0
Proband 7	vstupní	40	84	26	+1/1
	výstupní	53	90	27	+1/1
Proband 8	vstupní	53	84	27	0/0
	výstupní	57	98	28	0/0
Proband 9	vstupní	43	65	20	1/1
	výstupní	47	71	19	1/1
Proband 10	vstupní	36	54	30	1/1
	výstupní	46	66	30	+1/+1
Proband 11	vstupní	51	44	24	1/1
	výstupní	53	50	26	1/1
Proband 12	vstupní	53	75	25	1/0
	výstupní	57	80	29	1/0
Proband 13	vstupní	53	90	30	1/1
	výstupní	57	90	30	1/1
Proband 14	vstupní	53	68	28	1/0
	výstupní	/	/	/	/
Proband 15	vstupní	38	74	29	1/1
	výstupní	47	83	30	1/1

Legenda k Příloze 15: ARAT – Action Research Arm Test; MIQ-RS – Movement Imagery Questionnaire – Revised for Stroke; MMSE – Mini Mental State Examination; MAS – Modifikovaná Ashwortova škála; Bi – m. biceps brachii; FI – m. flexor digitorum; (50; 98; 30) – nejvyšší dosažený počet bodů