



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra pedagogiky a psychologie

Bakalářská práce

Soudobé trendy v oblasti zrcadlových neuronů

Vypracovala: Kristýna Šlajsová

Vedoucí práce: prof. PaedDr. Iva Stuchlíková, CSc.

České Budějovice 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce.

Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 2. 5. 2014

.....
Kristýna Šlajsová

Věnováno mému tatínkovi.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla velmi poděkovat své vedoucí bakalářské práce prof. PaedDr. Ivě Stuchlíkové, CSc. za odborné vedení a podnětné rady. Dále pak rodině a přátelům za veškerou podporu ve vypjatých momentech tvorby práce.

Abstrakt práce

Název práce: Soudobé trendy v oblasti zrcadlových neuronů

Autor práce: Kristýna Šlajsová

Vedoucí práce: prof. PaedDr. Iva Stuchlíková, CSc.

Počet stran: 64

Počet zdrojů: 109

Abstrakt: Tato bakalářská práce je shrnutím vybraných témat z rozsáhlé oblasti teorie zrcadlových neuronů. Je teoretického rámce, vedena jako přehledová studie a odborná rešerše cizojazyčných zdrojů. Informuje o vhledu do problematiky zrcadlových neuronů, kde se zaměřuje na celistvé uchopení tématu. Dále pak bere v úvahu psychosociální aspekty, které pojednávají o teorii zrcadlových neuronů v kontextu vazby dítěte a matky, jazyka a řeči, interkulturních rozdílů, emocí a imitace. Následuje aplikace teorie v psychoterapii. Dalším hlediskem jsou klinické aplikace zaměřující se na vysvětlení vybraných psychických a neurologických poruch nebo jejich terapii, využívajících zmíněnou teorii. Následuje pojednání vysvětlující principy umění na neuropsychologické bázi. Kapitola aktivace zrcadlových neuronů u konzumního jedince popisuje nově se rozvíjející oblast neuromarketingu a médií. Poslední částí je využití teorie zrcadlových neuronů v oblasti sportu.

Klíčová slova: zrcadlové neurony, psychosociální aspekty, psychoterapie, klinické aplikace, umění, neuromarketing, média, sport

Abstract of thesis

Title: Contemporary trends in the field of mirror neurons

Author: Kristýna Šlajsová

Supervisor: prof. PaedDr. Iva Stuchlíková, CSc.

Number of pages: 64

Number of references: 109

Abstract: This bachelor thesis will discuss the extensive area of mirror neurons. Conception of the thesis is rather theoretical; the thesis is led like a survey study and also contains a research from a variety of foreign languages sources. The thesis provides an insight into the solid subject of mirror neurons and their psychological aspects. These aspects deal with the theory of the mirror neurons in a context of a mother – child relations, language and speech, cultural differences, emotions and imitation. Next is the chapter about psychotherapy. The other implications of this thesis are clinical applications that explain selected mental and neurological disorders and their therapeutic uses. The thesis will then follow a treatise, which explains principles of art at a neuropsychological base. As well, there will be a chapter focusing on the activation of the mirror neurons at a consumer individual, which describes the newly developing area of neuroeconomics. Next part of the thesis describes the role of the mirror neurons in the area of sports.

Key words: mirror neurons, psychosocial aspects, psychotherapy, clinical applications, arts, neuromarketing, media, sports

Obsah

I. Úvod	7
1 Objev zrcadlových neuronů	8
1.1 Diferenciace zrcadlových neuronů.....	10
1.2 Vliv zkušeností na aktivaci zrcadlových neuronů.....	12
1.3 Porozumění záměru chování prostřednictvím zrcadlových neuronů	13
1.4 Funkce zrcadlových neuronů	15
2 Psychosociální aspekty zrcadlových neuronů	16
2.1 Zrcadlení matka - dítě	16
2.2 Vývoj jazyka a řeči.....	17
2.2.1 Recentní studie jazyka a řeči.....	18
2.2.2 Podpora hudby k usnadnění exprese jazyka.....	20
2.3 Interkulturní rozdíly zrcadlových neuronů.....	21
2.4 Souvislosti zrcadlových neuronů v kontextu emocí.....	21
2.5 Role imitace v souvislosti zrcadlových neuronů.....	23
3 Aplikace teorie zrcadlových neuronů v psychoterapii	26
4 Klinické aplikace zrcadlových neuronů	28
4.1 Poruchy autistického spektra.....	28
4.2 Poruchy schizofrenního okruhu	30
4.3 Syndrom fantomové končetiny	32
4.4 Rehabilitace pacientů po mozkové mrtvici	33
4.5 Apraxie	34
4.6 Afázie	35
4.7 Exotické syndromy.....	36
4.7.1 Moebiov syndrom	36
4.7.2 Syndrom kuváda.....	37
4.7.3 Münchhausenův syndrom v zastoupení	37
4.7.4 Mimetelní zážitky	38
5 Umění a zrcadlové neurony	39

5.1	Estetika.....	39
5.2	Tanec.....	41
5.3	Aktivace zrcadlových neuronů u filmového diváka.....	42
5.4	Divadlo a scénické působení.....	44
6	Aktivace zrcadlových neuronů u konzumního jedince.....	46
6.1	Neuromarketing.....	46
6.2	Média.....	47
7	Aplikace teorie zrcadlových neuronů ve sportu.....	48
8	Diskuse.....	49
II.	Shrnutí a závěr.....	51
III.	Reference.....	52
IV.	Přílohy.....	65

I. Úvod

Cílem bakalářské práce je snaha o shrnutí vybraných oblastí, využívajících poznatků relativně nové teorie zrcadlových neuronů. Jedná se pouze o teoretickou práci, koncipovanou jako přehledovou studii a odbornou rešerši cizojazyčných zdrojů. Cizojazyčné zdroje pocházejí především z medicínské databáze Medline a PubMed. Důvodem vybraného tématu je snaha o rozšíření teoretické základny poznatků zrcadlových neuronů, která je v české literatuře zmíněna spíše okrajově.

V práci je nastíněn vhlad do problematiky zrcadlových neuronů, popisuje jejich objevení, diferenciaci, funkce a významné výzkumy pro čtenářovo přehlednější uchopení tématu. Dále je členěna do šesti hlavních kapitol, které jsou již vybrané oblasti dokládající jejich recentní výzkumy.

Zahrnují psychosociální aspekty teorie, ve které je uveden kontext vazby matky a dítěte, jazyka a řeči, dále také interkulturních rozdílů a v neposlední řadě emocí a imitace. Práce též zohledňuje tematiku psychoterapie. Další oblastí jsou klinické aplikace teorie zrcadlových neuronů, které se zabývají vysvětlením vybraných poruch jakožto deficitů zrcadlového systému a možné terapie na základě této teorie. Následuje kapitola o umění v kontextu teorie zrcadlových neuronů, kde je nastíněno možné chápání umění prostřednictvím neuropsychologického podkladu. Nově se rozvíjejícím oborem je také působení na konzumního jedince, čehož využívá neuromarketing a média. I v těchto oblastech najde teorie zrcadlových neuronů zcela své opodstatnění, čemuž je v práci věnována také pozornost. Současně řeší také problematiku zrcadlových neuronů a jejich aplikaci ve sportu.

S přihlédnutím k tomu, že většina teoretických poznatků je nesourodá a značně proměnlivá. V souvislosti s jejím neustálým vývojem je zřejmé, že některé oblasti se stávají častěji předmětem výzkumů a proto mají širší teoretická východiska. Toto zohledňuje bakalářská práce tím, že dává patřičný důraz na více probíraná témata, čímž odráží aktuální poměr poznatků.

1 Objev zrcadlových neuronů

Již před několika desítkami let objevil V. Mountcastle neurony motorických příkazů. Zrcadlové neurony byly poprvé popsány u opic, konkrétně u druhu makaků¹. Na jejich objevení se podílel tým vědců z parmské univerzity v Itálii, který navazoval na výzkum těchto motorických neuronů, v čele s profesorem G. Rizzolattim a jeho kolegy G. Di Pellegrinem, L. Fadigou a V. Gallesem v roce 1992. První studie však publikovali až v roce 1996 (Heyes, 2010).

Vědci toho dne zkoumali u makaků motorické neurony, které se aktivují při uchopení potravy. Opice měly v kůře prefrontálního² laloku zavedenu elektrodu, jež byla připojena ke zvukové signalizaci. V momentě, kdy vstoupil do dveří jeden z experimentátorů a držel v ruce kornout se zmrzlinou, který opice spatřila, zaznamenali vědci rapidní nárůst její mozkové aktivity. Vzápětí však zjistili, že aktivita nervových buněk byla největší v části mozkové kůry, jež kontroluje pohyby rukou. Činnost nervových buněk se aktivovala, jako by opice sama držela něco v ruce, v tomto případě kornout od zmrzliny (Koukolík, 2007).

„Ale zrcadlové neurony opic se nerozblíkalý při pohledu na jakýkoli pohyb, který doktorand nebo jiná opice udělali. Rizzolattiův tým dokázal, že zrcadlové neurony reagují na tzv. cílené pohyby – což je působení s nějakým předmětem, například sbírání ořechu nebo přibližování kornoutu se zmrzlinou k ústům – které jsou opakem náhodných pohybů, jako je přecházení místnosti nebo pouhé stání se založenýma rukama“ (Lindström, 2009, 54).

Síť zrcadlových neuronů má velký podíl na tom, co nás činí lidmi. Mohly by být evolučním klíčem, který by vysvětloval, proč se nám podařilo dospět k tak rozvinuté kultuře. Název zrcadlové neurony vznikl právě kvůli tzv. „zrcadlení“ pozorovaných událostí a následným niterním vytvářením stejných akcí. Někteří vědci je nazývají pouze „monkey see, monkey do“, nebo jednoduše řečeno, co opice pozoruje, to vykonává. Lze se také setkat s pojmem „Gándhího neurony“, neboť nedodrží hranici mezi „já“ a „ti druzí“. Jelikož je nemožné najít jednotlivé zrcadlové neurony, obvykle se mluví o zrcadlové oblasti, systému zrcadlových neuronů či síti zrcadlových neuronů (Ramachandran, 2013).

¹ Macaca nemestrina.

² Oblast přední mozkové kůry.

U makaků byly zrcadlové neurony nalezeny převážně v rostrální části ventrální premotorické kůry, jež je také nazývána jako area F5. Bývá přirovnávána k oblasti lidského mozku a to konkrétně k Brocově oblasti (Brodmannova oblast 44, 45). Známý je Rizzolattiho postřeh, že ventrální premotorická kůra u opic by mohla být předchůdcem naší Brocovy oblasti, tedy mozkového centra spojeného s expresivními složkami lidského jazyka (Ramachandran, 2013).

Za hlavní uzle lidského zrcadlového systému je také považována oblast lobus parietalis inferior, která leží na křižovatce l. occipitalis, l. parietalis a l. temporalis, což je považováno za výhodnou polohu pro přijímání informací ze všech smyslových modalit³. Dále je to inferior frontal gyrus⁴. Někteří vědci tvrdí, že zrcadlové neurony jsou v přední části mozku frontálního laloku, či ve fronto-parietální⁵ oblasti mozku (viz obrázek č. 1) (Fabbri-Destro & Rizzolatti, 2008).

Nedávné výzkumy identifikovaly několik mozkových okrsků, které by mohly odpovídat evolučnímu posunu, jenž lidi dělí od ostatních primátů. Popsané oblasti jsou vyobrazeny natolik precizně, že na funkční či kognitivní rovině mohou být skutečně považovány za nové a jedinečné. V následujících oblastech byly také nalezeny spletené sítě zrcadlových neuronů. Jsou to Wernickeho centrum v levém temporálním laloku, prefrontální kortex⁶, lobus parietalis inferior obou parietálních laloků, z něhož vybíhají výběžky supramarginálního a angulárního gyru⁷, jež u ostatních primátů prakticky neexistuje. Velice prudký rozvoj v těchto oblastech lidského mozku naznačuje, že se v nich odehrává něco zcela zásadního, což potvrzují také klinická pozorování (Ramachandran, 2013).

„Jestliže se díváme na akci druhého člověka, zvýší se činnost rozsáhlé sítě týlních, temenních i spánkových zrakových oblastí mozkové kůry a dvě korové oblasti, které odpovídají

³ Za hlavní uzle lidského zrcadlového systému je také považována oblast přední část temenního laloku, která leží na křižovatce týlního, temenního a spánkového laloku, což je považováno za výhodnou polohu pro přijímání informací ze všech smyslových modalit.

⁴ Kaudální část dolního předního závitu.

⁵ Čelně-temenní oblast.

⁶ Přední kůra mozková.

⁷ Supramarginální gyrus je rýha mezi temenním a spánkovým lalokem. Předpokládá se, že sehrává ústřední roli při čtení. Angulární rýha, která je poblíž supramarginální rýhy, je zodpovědná za zpracování lingvistických informací, zejména význam a sémantiku slov (Berger, 2014).

za hybnost, proto se jim říká motorické – aniž bychom se přitom pohybovali sami“ (Koukolík, 2007, 63).

Mezi metody, které dokládají přítomnost zrcadlových neuronů v mozku lidí, patří elektrofyziologické metody jako je magnetoencefalografie (MEG), elektroencefalografie (EEG) a transkraniální magnetická stimulace (TMS). Stejně tak jej dokládají i funkční zobrazovací metody, funkční magnetická rezonance (fMRI) i pozitronová emisní tomografie (PET) (Heyes, 2010).

V. S. Ramachandran předpovídá, že zrcadlové neurony sehrají v psychologii stejnou roli, jakou sehrála DNA v biologii. Říká, že systém zrcadlových neuronů poskytne jednotící rámec a pomůže vysvětlit spoustu mentálních schopností, které až dosud zůstávaly tajemné a nepřístupné experimentům. Někteří vědci také považují objev zrcadlových neuronů za objev desetiletí, ne-li celého dvacátého století. Celkové rozluštění povahy spojení zrcadlových neuronů je jedním z hlavních cílů současných výzkumů a bádání (Ramachandran, 2013).

Prostřednictvím výzkumů byl také nalezen jednoduchý systém zrcadlových neuronů v mozku ptáků, jež byl popsán převážně v předním mozku. Dále pak u delfínů a slonů. Systém zrcadlových neuronů je považován za součást evoluce, poskytuje nám informace o složitém lidském chování, které přispělo ke zformování základů civilizace, jak ji známe dnes. Zrcadlovým neuronům připadají v lidském vývoji funkce jako např. intuitivní čtení, jednoduché pohyby, schopnost orientovat se v sociálních společenstvech (Bauer, 2005).

1.1 Diferenciace zrcadlových neuronů

Zrcadlové neurony dělíme především na motorické zrcadlové neurony a senzorké zrcadlové neurony. Přičemž ty motorické se soustředí na vykonávání vlastních pohybů, ale také na pozorování pohybu druhého. Senzorké se specializují na dotek a bolest. Je pozoruhodné, proč při pozorování druhého, jak vykonává určitý pohyb, nebo zakouší dotek, či bolest skutečně necítíme či nevykonáváme to, co pozorujeme. Jednu z teorií, proč to tak je, podává Ramachandran, jež uvádí, že spodní část parietálních laloků nepřetržitě vytváří obrazy mnohonásobných možností akce, které se situaci nabízejí, ale frontální mozková kůra je všechny až na jednu potlačí (Ramachandran, 2013).

Dalším dělením jsou dvě skupiny zrcadlových neuronů. A to skupinu kongruentních⁸ zrcadlových neuronů a semikongruentních⁹ zrcadlových neuronů. Tvoří také 20 % z celkového počtu motorických neuronů. Skupina kongruentních zrcadlových neuronů se aktivuje na základě pozorování naprosto stejné akce, která je motoricky kódována. U skupiny semikongruentních se aktivují již během pozorování akce, která vede k dosažení stejného cíle nebo se logicky vztahuje k akci. Semikongruentní zrcadlové neurony se zdají být ideální buňky k podpoře kooperativního chování mezi lidmi. Jejich vlastnosti také naznačují, že tyto buňky poskytují flexibilní kódování akcí sebe a druhých. Flexibilita je důležitá vlastnost pro úspěšné sociální interakce, protože i přesto, že je imitace všudypřítomný jev u lidí, nenapodobují sebe samé (Newman-Norlund et al., 2007).

Skupinu kongruentních zrcadlových neuronů tvoří asi jedna třetina z celkového počtu, zatímco skupinu semikongruentních zrcadlových neuronů tvoří zbylé dvě třetiny. Skutečnost, že skupina semikongruentních zrcadlových neuronů převažuje nad skupinou kongruentních, naznačuje, že v teorii zrcadlových neuronů se nejedná pouze o zrcadlení činnosti ostatních, jež pozorujeme. Jedná se také o jejich funkci usnadnit sociální interakce, v nichž jedinci dosahují společenských cílů (Newman-Norlund et al., 2007).

Dalším rozdělením je možné specifikovat zrcadlové neurony do tří kategorií – vizuální, audiální a audiovizuální. V současné době se ověřují také teorie tzv. hmatových zrcadlových neuronů. Existenci těchto kategorií potvrzují následující studie (Keysers et al., 2003).

Autoři studie testovali, zda se zrcadlové neurony u makaků aktivují pouze při poslechu (auditivní prezentaci) loupání arašídů, či trhání kousku papíru bez vizuální prezentace podnětu. Zjistilo se, že jestliže opice zvuk znala a měla s ním předešlou zkušenost, tak i přesto, že jí činnost nebyla vizuálně prezentována, aktivovala se ta samá centra. Stejně jako kdyby pohyb zahlédla nebo jej sama vykonávala (Kohler et al., 2002).

Jiné série experimentů se týkaly neuronů vizuálních. Autoři připravili dvě testové situace, v té první viděla opice ruku experimentátora, v níž držel určitý předmět. Jednalo se tedy o plný vizuální stav. V druhé testové situaci měla opice možnost pouze zahlédnout ruku experimentátora, která se chystala uchopit určitý předmět, ale ve skutečnosti jej neuchopila.

⁸ Zcela shodné zrcadlové neurony.

⁹ Zhruba shodné zrcadlové neurony.

Jednalo se tedy o skrytý vizuální stav. Zjistilo se, že jestliže má opice dostatečnou nápovědu (předešlé zhlédnutí), aby si mohla vytvořit mentální reprezentaci, zrcadlové neurony se aktivují i přesto, že plný vizuální stav nenastal (Umiltà et al., 2001).

Předchozí studie tedy dokládají, že činnost zrcadlových neuronů je aktivní, pokud je akce porozuměno a nezáleží na tom, zda se jedná o pochopení prostřednictvím zraku, sluchu, či mentální reprezentace.

Nelissen a jeho tým však uvádějí, že pouhé vizuální reprezentace bez zapojení motorického systému poskytuje sice popis viditelných aspektů pohybů jedince, ale nedává nám informace, jež jsou nutné pro pochopení pohybů, především pak, co pohyby naznačují a co bude následovat (Nelissen et al., 2005).

V experimentu využívající metodu elektroencefalografie byla prokázána existence zrcadlových neuronů v lidském mozku během pozorování pohybu. Studie si kladla za cíl analyzovat výskyt vln hladiny alfa v pásmu oscilace senzomotorické oblasti, zatímco účastníci pozorovali videa, na kterých lidé zívali. Účastníkům pozorujícím video se vyvolalo stejné zívání, jež předtím zaznamenali. Elektroencefalografie prokázala, že to bylo podmíněno systémem zrcadlových neuronů. Pocit pohybu je schopen spustit aktivitu zrcadlových neuronů, i když je prezentováno malé množství podnětů (Cooper et al., 2012).

1.2 Vliv zkušeností na aktivaci zrcadlových neuronů

Glaser (2004) a jeho vědecký tým zrealizoval experiment, ve kterém testoval, zda je náš mozek v souvislosti s teorií zrcadlových neuronů ovlivňován zkušenostmi. Jejich zájem podnítila hypotéza, která souvisela s mírou aktivace zrcadlových neuronů u dvou skupin různého tanečního stylu. Předpokládali, že aktivace se bude lišit podle pozorování skupiny, jejíž je účastník příslušníkem a skupiny, se kterou mají účastníci nulovou zkušenost. Pro daný experiment si zvolili skupiny se zcela odlišnými tanečními styly. Stali se jimi členové královské baletní skupiny z Velké Británie a experti přes capoeiru (brazilský bojový tanec) přímo z Brazílie. Reprezentativní vzorek byl zcela profesionální, z důvodu možného vyloučení měření kvality dovedností. Účastníci experimentu leželi na pohovce, byli připojeni na snímací přístroje a pozorovali v klidovém stavu nahrané pohyby druhé taneční skupiny a poté i své vlastní (Glaser et al., 2004).

Aktivovala se jim při tom parietální vizuální část mozku a následně premotorická kůra, která je zodpovědná za řízení pohybu. Výsledky ukázaly, že se účastníkům výrazně více aktivovala část mozku, která ovládá pohyb při pohledu na své taneční kolegy než na zcela odlišný taneční styl. Potvrdila se tedy hypotéza, že pro chápání a předvídání pohybů ostatních jedinců, jich musíme být schopni i my sami. Experimentátoři to vysvětlují tím, že pokud se účastníkům experimentu více líbí jejich vlastní taneční styl, rezonují jejich pohyby se zrcadlovými neurony více právě kvůli tomu, že znají a umí každý pohyb. Naopak u odlišného tanečního stylu jejich mozek realizaci pohybů nezná (Glaser et al., 2004).

Podobné výsledky přinesl experiment, ve kterém byla měřena aktivita zrcadlových neuronů klavíristů a u jedinců, jež na klavír nikdy nehráli. Obě skupiny měly za úkol pozorovat a poslouchat profesionální klavíristy. Ukázalo se, že jedincům, kteří uměli hrát na klavír, se zaktivovaly motorické zrcadlové neurony zcela stejně, jako kdyby oni sami v tu danou chvíli hráli na klavír podstatně více, než u skupiny bez jakékoli zkušenosti s hrou na klavír (Haslinger et al., 2005).

1.3 Porozumění záměru chování prostřednictvím zrcadlových neuronů

Vědce zajímalo, zda se zrcadlový systém podílí pouze na pochopení finálního cíle akce, nebo také na samotném záměru. Byla provedena řada experimentů, z nichž nejznámější je následující.

Studie, jež se realizovala prostřednictvím fMRI, zkoumala několik dobrovolníků, kteří měli za úkol vyvozovat záměr ze třech podmínek, jež jim experimentátoři připravili. V první situaci měli dobrovolníci za úkol pozorovat jedince, jež měl připraven hrnek s čajem, který se chystal vypít, neboť právě snídal. V druhé situaci byla dobrovolníkovi prezentována ruka, která svírá hrnek. To vše na zcela čisté desce stolu. A v třetí situaci zhlédli dobrovolníci tu samou ruku s hrnkem, ale již ve dvou kontextech. Buď za účelem uchopit šálek a napít se, nebo uchopit šálek, odnést jej ze stolu a dát do myčky (Iacoboni et al., 2005).

Autoři předpokládali, že některé zrcadlové neurony jsou schopny predikovat záměr osoby, která hrnek zvedá. Ukázalo se, že aktivita zrcadlových neuronů byla značně vysoká při pohledu na jedince, jež zvedal hrnek za účelem se napít, nebo hrnek umýt. Aktivovala se významná část pravé frontální kůry a to spíše při pohledu na uchopení hrnku za účelem napít se. Autoři studie

si to vysvětlují tím, že pití z hrnku je evolučně starší a významnější. Neaktivovaly se však již při pohledu na uchopení hrnku ze zcela čisté desky stolu, nebo při pohledu na prázdný, sklizený stůl (viz obrázek č. 2) (Iacoboni et al., 2005).

Mezi další studie, jež zkoumaly aktivaci zrcadlového systému a pochopení záměru pozorovaných akcí, patří i výzkum, ve kterém dobrovolníci pozorovali videoklipy s velkým počtem jednoduchých úkonů. Účastníci pozorovali vždy dvě verze úkonů, například jak si aktér nalévá víno a následně jej vypije, v druhé verzi pozorovali aktéra, který si chtěl nalít víno, jenže se mu kvůli nešikovnému pohybu úkon nezdařil a aktér tak víno vylil, jednalo se o nezáměrné selhání. Výsledky experimentu prokázaly, že zhlednutí obou verzí aktivovalo běžné oblasti, včetně spodního parietálního laloku. Rozdíl mezi pozorováním záměrného a nezáměrného chování se projevil v aktivaci pravého temporo-parietálního spojení, supramarginálního gyru a střední prefrontální kůry. Dle autorů studie se tedy výše zmiňovaný systém zrcadlových neuronů podílí na porozumění činnosti druhých lidí, jež nás běžně obklopují (Buccino et al., 2004).

V dalším experimentu byly opice vyškoleny k tomu, aby uchopily kus jídla a následně si jej daly do úst nebo uchopily nějaký předmět a přemístily ho do kontejneru a to i za předpokladu, že se jedná také o jídlo. V některých situacích opice uchopily kus jídla, který si daly blízko k ústům, tak aby to vypadalo, že bude sloužit ke krmení, ale následně jej přemístily do kontejneru. Výsledky byly překvapivé. U opic, které pozorovaly záměry svého druhu, zaznamenaly experimentátoři zvýšenou aktivitu v lobus parietalis inferior. A to v případě, když se opice chystala jídlo sníst. Jestliže opice, kterou pozorovaly, si jídlo pouze přiblížila k ústům, ale následně jej přemístila do kontejneru nebo tam předmět přemístila rovnou, aktivita zrcadlových neuronů byla výrazně nižší. Opice tedy zcela porozuměly záměrům chování svého druhu. Na základě toho se tedy prokázalo, že systém zrcadlových neuronů má selektivní funkci a dokáže předvídat cíle aktivity. Tato funkce opicím i lidem pomáhá predikovat a „číst“ jednání druhých (Fogassi et al., 2005).

Vědce také zajímalo, zda lidský mozek rozlišuje mezi skutečně provedenou akcí a pouhou pantomimou této akce. Experimentu se zúčastnily opice, které pozorovaly hlavního aktéra. Ten uchopil do ruky určitý předmět a poté celou akci zopakoval, tentokrát ale pouze jako pantomimu. Ukázalo se, že zrcadlové neurony se opicím aktivovaly pouze v případě skutečně provedené akce, nikoli při pantomimě (Umiltà et al., 2001).

V dalším experimentu pozorovala opice na stole určitý předmět. Ten byl později zakryt clonou a opice měla možnost vidět pouze, jak experimentátor sahá za clonu. Rozdíl v míře aktivace zrcadlových neuronů nebyl zaznamenán. Následně byl experiment opakován, avšak tentokrát na stole nebyl žádný předmět. Vše se opakovalo, na stůl byla položena clona a opice měla pozorovat, jak dává experimentátor ruku za clonu. Žádné zrcadlové neurony se neaktivovaly, jelikož opice věděla již předtím, že na stole žádný předmět nebyl (Kohler et al., 2002).

1.4 Funkce zrcadlových neuronů

Složitému systému zrcadlových neuronů připadá, dle velkého počtu vědců a autorů mnohačetných studií, velký význam postupně se vysvětlujících teorií, jež vědce trápily řadu let. Klíčový objev zrcadlových neuronů může vysvětlit například teorii napodobování či imitace, teorii empatického vnímání druhých, složité teorie o vzniku a evoluci jazyka a mnohé další, které budou zmíněny. Rizzolatti však zdůrazňuje, že primární funkcí zrcadlových neuronů nemůže být imitace, jelikož prý veškeré důkazy o neuronovém základě imitace u lidí nejsou spojeny pouze se zrcadlovými neurony (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Sociální kognici tvoří především aspekty porozumět činnosti ostatních, „čtení myšlenek“, napodobování a komunikaci pomocí řeči verbální i neverbální.

Primární funkce spočívá v umožnění zjistit záměry jiného jedince. Dovolují nám tedy nahlížet na svět z vizuální perspektivy jiné osoby, ale také zpřístupňují i konceptuální úhel pohledu ostatních lidí. Jsou tedy neodmyslitelnou součástí sebeuvědomění i uvědomění si druhých lidí. V neposlední řadě je také funkcí zrcadlových neuronů schopnost abstrakce, která je lidem vlastní (Ramachandran, 2013).

2 Psychosociální aspekty zrcadlových neuronů

2.1 Zrcadlení matka - dítě

„Zrcadlové neurony se aktivují zpravidla do dvou let věku dítěte“ (Koukolík, 2005, 187). Existuje zde souvislost s Bowlbyho teorií vazby. Jelikož v prvních letech života vývoje tvoří každý jedinec symbiotický vztah se svou matkou, či jinou dominantní osobou, lze teorie zrcadlových neuronů aplikovat na vztah mezi matkou (jinou dominantní osobou) a dítětem (Bowlby, 2010).

Matka (jiná dominantní osoba) totiž zrcadlí v sobě samé své dítě a dítě naopak zrcadlí v sobě svou matku (jinou dominantní osobu). Skrze zrcadlení své matky (jiné dominantní osoby) pak dítě získává přístup k ostatním lidem, jež jsou reprezentováni v matčině (jiné dominantní osobě) duši (Bauer, 2005).

Například dítě tak může získat přístup ke svému otci, sourozencům, matčiným rodičům, dalším generacím a to dokonce i tehdy, pokud jsou již mrtvi. Právě prostřednictvím zrcadlení získává dítě přístup k příjemným i nepříjemným událostem rodinného systému, do kterého se narodilo. Prokázalo se, že pokud matka (jiná dominantní osoba) není schopna adekvátního zrcadlení, jelikož vlivem traumatických zkušeností nemůže řádně fungovat, dítě v sobě bude nejspíš zrcadlit chaotickou strukturu své traumatizované matky a to může být základní prvek pro pozdější poruchu vazby ve vztahu matka (jiná dominantní osoba) a dítě (Bauer, 2005).

V tomto případě se stává dítě pro matku projekční plochou vlastního emocionálního zmatku. Je také možné, že dítě, které se dostává do situace, kdy zrcadlí traumatické zkušenosti své matky, čímž je samo zmatené, nedokáže jasně rozlišit, co náleží jemu samotnému a co náleží matce či jiné dominantní osobě (Bauer, 2005).

Dle dalšího výzkumu dítě přizpůsobuje své emoce na základě monitorování zrcadlených reakcí matky či pečující osoby a řadí na základě toho význam k jejím pocitům a tělesné zkušenosti prostřednictvím afektivní reakce k matce či pečující osobě, která poskytuje dítěti jakýsi „sociální biofeedback“. Nicméně pokud to, co je simulováno, se neslučuje s pocitem

stavu dítěte, pak internalizuje¹⁰ nebo přijímá jako součást vlastní reprezentace část, která je však neslučitelná s jeho vlastním organicky založeným já (Fonagy et al., 2002).

2.2 Vývoj jazyka a řeči

Brocova oblast, uložena ve frontálním laloku, obsahuje motorické programy, které prostřednictvím signálů vysílaných do svalů jazyka, rtů, patra a hrtanu organizují řeč. Právě Brocova oblast, jež je značně bohatá na zrcadlové neurony, které zajišťují provázanost mezi činnostmi mluvidel, vydávajících zvuky, poslechem zvuků a pozorováním pohybu rtů, není náhodná (Ramachandran, 2013).

Jazyk není totožný s mentalizací¹¹, s empatií, ani s mnoha dalšími poznávacími funkcemi – existuje totiž řada nejazykových poznávacích funkcí, například zrakové poznávání prostorových jevů. Nicméně se na mentalizaci, empatii a pravděpodobně všechny další poznávací funkce i na citovém životě u lidí podílí zásadním způsobem (Koukolík, 2007).

Vědci se již dlouho nemohou shodnout, do jaké míry je jazyk vrozený jev daný biologickou evolucí. Arbib (2005) přišel s hypotézou, která popisuje neuronální podklady jazykových dovedností, říká, že evoluce jazyka probíhala v následujících stupních (in Koukolík, 2007):

1. Úchop
2. Systém zrcadlových neuronů umožňující úchop, jehož nositelem byl společný vývojový předek opic a lidí
3. Jednoduchý systém imitace úchopu objektů na základě opakované expozice
4. Systém úchopu umožňující složitou imitaci - schopnost nejprve poznat chování dalšího člena skupiny jako množinu známých akcí a pak je opakovat, nebo schopnost poznat, že pozorované chování tvoří nové akce, které se podobají akcím, jež jsou již v repertoáru
5. Protoznaky – manuální komunikační systém prolamující meze fixního repertoáru vokalizací užívaných primáty a umožňující otevřený repertoár

¹⁰ Internalizace též interiorizace je zvnitřnění neboli vstřebání do psychiky a osobnosti (Hartl & Hartlová, 2009).

¹¹ Mentalizace je schopnost zacházet s vnitřními stavy na duševní úrovni, schopnost rozumět duševním stavům druhých, stabilní prožívání vlastního já (Fonagy et al., 2002).

6. Protořeč – kontrolní mechanismy protoznaků začínají s rostoucí flexibilitou kontrolovat hlasový aparát
7. Toto poslední vývojové stadium je již výsledkem kulturní evoluce, biologické evoluce je jeho podkladem jen málo nebo vůbec ne.

Systém zrcadlových neuronů je sám o sobě k vývoji jazyka nedostačující. Opice, jež mají jednodušší systém zrcadlových neuronů, nemluví stejně jako lidé. Předpokládá se tedy, že jazyk a řeč souvisí s vývojem dalších mozkových oblastí. Nicméně neverbální komunikace souvisí s gestikulací, která nám sděluje mnoho informací. Existují tedy teorie o tom, že ještě před vývojem gest se vyvíjela jednoduchá imitace, která se později propojovala s gestikulací a vyjadřováním zvuků za účelem sdělení (Koukolík, 2007).

Jestliže chceme úspěšně zpracovat mluvený jazyk, musí být zastoupeny v mozku posluchače zrcadlové neurony, jelikož právě prostřednictvím nich by měla nastat úroveň synchronicity¹² mezi mluvčím a posluchačem a tím nastává společné porozumění. Jiné modely také zdůrazňují vnímání obličejových gest a gest rukou (Skipper et al., 2007).

Slouží jako základ pro naši schopnost porozumět zkušenosti druhých lidí, což je klíčový bod pro efektivní komunikaci a sociální interakci. Percepce řeči je v podstatě multimodální zkušeností. Vývoj jazyka jde spíše ruku v ruce v přítomnosti s pozorováním artikulačních gest a pohybů těla, než jen samotných akustických signálů. To znamená, že společná reprezentace pohybu úst, zrakového a sluchového vnímání posiluje vztahy mezi objekty a jejich jmény a to za pomoci zrcadlových neuronů (Koukolík, 2007).

2.2.1 Recentní studie jazyka a řeči

Důkazy pro zapojení motorických oblastí ve vnímání řeči přináší studie, jež byla realizována funkční magnetickou rezonancí. Bylo zjištěno, že pokud účastníci experimentu čtou věty, které jsou obsahově spojené s pohybem ruky, nohy nebo hlavy, oblasti zrcadlového systému senzomotorické mozkové kůry, jež by byly při výkonu aktivovány, se aktivují již pouze při čtení a následné představě těchto pohybů (Hauk, Johnsrude & Pulvermuller, 2004).

¹² Synchronicita se vysvětluje jako nahromadění několika zdánlivě nesouvisejících událostí subjektivně vnímané jako nenáhodné (Hartl & Hartlová, 2009).

TMS studie prokázala nárůst a aktivaci zrcadlových neuronů při pouhém poslechu řeči. Byla zjištěna významná korelace mezi poslechem řeči a aktivací zrcadlových neuronů v Brocově oblasti, která úzce souvisí s řečí jako takovou. Studie také potvrzuje existenci audiálních zrcadlových neuronů (Watkins, Strafella & Paus, 2003).

Kritická senzitivní perioda jazyka je podporována studií, ve které se zjistilo, že účinek pozorování druhých při produkci řeči, jejich gest a pohybů je významnější u dětí než u dospělých.

Studie prokázaly, že existuje těsný vztah mezi orálními a manuálními dovednostmi a to již od šestého měsíce života. Znamená to, že pohyby úst, související s počátky jazyka a později s plně rozvinutou řečí vykazují důležité propojení s pohyby končetin, především horních. Verbální i nonverbální komunikaci vysvětlují vědci také v souvislosti se systémem zrcadlových neuronů (Buccino et al., 2005).

V experimentu provedeném na dané téma stimulovali vědci dobrovolníkům prostřednictvím TMS motorové oblasti v levé hemisféře, jež souvisí s pohybem končetin horních i dolních. Dobrovolníci poslouchali věty, ve kterých se hovořilo o pohybu končetin. Poslech abstraktních vět sloužil vědcům ke kontrole. Výsledky přinesly zajímavé poznatky o tom, že dobrovolníkům se při poslechu o pohybu končetin a jejich představě aktivovaly motorické zrcadlové neurony a dokonce i svaly, jakoby pohyb sami vykonávali. Několik zobrazovacích studií ukázalo, že zpracování jazykového materiálu za účelem získání jeho významu, aktivuje místa motorického systému, jenž je shodný se zpracováním sémantického obsahu vět (Buccino et al., 2005).

„Zrcadlové neurony se aktivují nejen při pozorování dané aktivity u druhých lidí, ale také při pouhém čtení o činnosti druhého člověka. Při čtení knihy tedy reagují zrcadlové neurony, jako kdyby ve skutečnosti byly hlavním hrdinou. Nedávno použili vědci z Kalifornské univerzity v Los Angeles přístroj fMRI ke skenování mozku osob, které si četly věty popisující nejrůznější činnosti, například „kousání broskve“ a „zvedání tužky“. Když se později testované osoby dívaly na video, na kterém lidé předváděli dvě stejné jednoduché činnosti, zablikala naprosto stejná část mozkové kůry“ (Lindström, 2009, 57).

2.2.2 Podpora hudby k usnadnění exprese jazyka

Hraní na hudební nástroj a zpěv jsou možnými prostředky k aktivaci zrcadlových neuronů. Hudba je totiž jedinečným multimodálním stimulem, který zahrnuje zpracování současně vizuálních, sluchových, somato-senzorických i motorických informací (Schlaug, Marchina & Norton, 2009).

Činnosti týkající se hudby zahrnují napodobování a synchronizaci, což znamená, že mohou zapojit oblasti mozku, které se překrývají s oblastmi, které pravděpodobně obsahují zrcadlové neurony. Hudba se může stát velice prospěšnou a užívanou v terapii a léčení vývojových poruch, například autismu. Studie prokázaly významné zjištění, které dokazuje, že poslech hudby může vyvolat velkou odezvu emocí u těchto jedinců, jež mají obvykle potíže se zpracováním emocí (Heaton & Allen, 2009).

Pozitivní reakce hraní na hudební nástroj a zpěvu může pomoci jedincům s autismem zapojit se do komunikace s ostatními, což jim umožní podílet se na činnostech, které by mohly usnadnit sociální akvizici, jazyk a motoriku. Slovní indukce, které se kombinují s rytmickými a melodickými jevy s vizuálními podněty, vedou k lepší rotaci slova u autistických jedinců. Navíc se projevilo zlepšení pozornosti i nonverbální sociální komunikační dovednosti. Účinek hudby jako terapie není nic nového, avšak s propojením nových informací z neurověd se s tím dá lépe pracovat. (Wigram, 2002).

Studie za použití zobrazovací techniky fMRI ukázaly na aktivaci Brocovy oblasti během vnímání hudby. Zpěv i aktivní hudební hra nebo jen představa hry na hudební nástroj zlepšuje jazykové schopnosti u dětí s opožděnými verbálními schopnostmi. I přes snížené či úplné vymizení schopnosti hovořit, je mnoho dětí s autismem schopno zpívat a přesně reprodukovat složité melodie a znělky, např. z televizních reklam. Tato disociace mezi zpěvem a mluvením se také nápadně podobá pacientům, kteří trpí Brocovou afázií, jež jsou často schopni zpívat texty písní lépe, než jsou schopni vyslovovat stejná slova (Hebert et al., 2003).

Hodnotu zahrnující hudební nástroje v rámci terapie zdůraznila celá řada výzkumů. Jeden z výzkumů zahrnul do terapie s autistickými dětmi zpěv a hru na hudební nástroj, např. buben nebo trubku. Prostřednictvím hraní modeloval experimentátor vhodné použití tělesného kontaktu, po dvaceti až třiceti sezeních vykazovaly čtyři děti s autismem zvýšenou úroveň vzájemných interakcí. Budoucí výzkumy by se tedy mohly ubírat směrem kombinací metod

hudby a logopedie. Tato snaha může vést k maximalizaci potenciálu jednotlivce pro rozvoj či reedukaci expresivních jazykových funkcí (Kern & Aldridge, 2006).

2.3 Interkulturní rozdíly zrcadlových neuronů

Zajímavé poznatky přinesl výzkum, který dokládá, že vnímáme jinak příslušníky jiných kultur, než do které patříme my sami. Euroamerické dobrovolníky v USA nechali pozorovat dvě videa, ve kterých byli dva zástupci odlišných kultur – Američan a Nikaragujec. U dobrovolníků při pozorování videí byla použita transkraniální magnetická rezonance, která měřila kortikospinální vzrušivost¹³. Oba herci předváděli typické posunky a gesta pro jejich danou kulturu. U amerických dobrovolníků byla zaznamenána vyšší aktivita zrcadlových neuronů při pozorování amerického herce než u pozorování nikaragujského. A to i přesto, že americký herec předváděl nikaragujské posunky a gesta (Molnar-Szakacs et al., 2007).

Nejnižší aktivita zrcadlových neuronů byla zaznamenána u nikaragujského herce předvádějícího posunky a gesta typická pro americkou kulturu. Dle výsledků studie autoři usuzují, že zrcadlové neurony pracují jinak, když vidíme příslušníka naší vlastní kultury a příslušníka, který je pro nás cizincem. Zrcadlové neurony mají podíl na formování vlastní kultury. Výzkum tedy dokazuje, že zrcadlové neurony se aktivují nejen na základě pozorovaných posunků, ale především na tom, koho vlastně pozorujeme. Autoři také uvádějí, že zrcadlové neurony jsou důležité pro učení cizích jazyků a porozumění jiným kulturám (Molnar-Szakacs et al., 2007).

2.4 Souvislosti zrcadlových neuronů v kontextu emocí

Existuje pět základních kategorií emocí, řadí se do nich láska, štěstí, zlost, smutek a strach, podle Darwina k nim patří také odpor. To je přítomné u všech lidí bez ohledu na jejich rod, společenskou třídu a původ. Odpor je jedna z emocí, jež je z hlediska neuropsychologie nejvíce zkoumána. Zobrazovací studie mozku ukázaly, že když je jedinec vystaven jednotlivým vůním

¹³ Signály, které přichází z míchy, pokračují do vyšších oblastí mozku. Přímá cesta motorických vzruchů prochází z páteřní míchy do mozkové kůry přes kortikospinální trakt, kde se nachází tzv. pyramidové dráhy, kde dochází ke křížení nervových drah (Hendelman, 2005).

nebo chutím, které mu nejsou příjemné, tak se v mozku aktivují dvě intenzivní struktury, jako je amygdala a insula¹⁴ (Wicker et al., 2003).

Jedna ze zobrazovacích studií zkoumala účastníky, jež pozorovali jedince na videu, kteří byli vystaveni příjemným i nepříjemným podnětům prostřednictvím čichání k libému, nelibému a neutrálnímu podnětu. Jedincům na videu se aktivovaly tři hlavní struktury – amygdala, insula a přední cingulum. Přičemž amygdala byla aktivována při čichnutí k příjemným i nepříjemným podnětům, insula byla aktivována pouze slabě při čichnutí k příjemným vůním, zatímco výsledky očních pohybů ukázaly na aktivaci korových a subkorových oblastí, ale nikoli v amygdale¹⁵. Oblast předního cingula¹⁶ a levé přední insuly se aktivovaly pouze při prožívání odporu. Zajímavé výsledky však ukázaly, že přesně ta samá centra byla aktivována i u pozorovatelů, nikoli pouze u účastníků na videu. Zmíněná studie koreluje s hypotézou, že insula a přední cingulum obsahují neurony, které se zaktivují v případě, že účastníci pocítí odpor, také u pozorovatelů (Wicker et al., 2003).

Další studie navázala na studii předchozí, účastníci experimentu byli vystaveni mírnému elektrickému šoku elektrodou, která byla umístěna na jejich ruce, poté byli účastníci požádáni, aby elektrody připojili na ruku své blízké milované osobě, která dostávala stejné šoky jako oni předtím. Výsledky ukázaly, že při obou podmínkách byla aktivována přední insula a přední cingulum, jak v situaci, kdy účastníci zažívali šoky na vlastní kůži, tak také když jen pozorovali, jak je dostávají jejich bližší. Bylo potvrzeno, že přímé zážitky z bolesti jsou vyvolány prostřednictvím zrcadlení. Právě za pomoci insuly a předního cingula je možno vytvářet a sdílet pocity mezi pozorovatelem a osobou, která ty emoce cítí (Singer et al., 2004).

„Zrcadlové neurony „zrcadlí“ činnost stejných neuronů v hlavě jiného příslušníka druhu a umožňují tak modelovat psychickou činnost a niterný stav jiného příslušníka druhu ve vlastní hlavě, niterně si ji představit, prožít. Máme-li trapný pocit z chování svého bližního, jemuž je trapně, pocítíme-li bolest prožívanou někým blízkým tak, jakoby bolelo něco nás samotné, dokážeme to proto, že máme zrcadlové neurony“ (Koukolík, 2007, 31).

¹⁴ Jedná se o kortikální tkáň, která je hluboko pod laterální rýhou. Je zodpovědná za chuť a viscerální informace, které pokračují dál do mozkové kůry (Hendelman, 2005).

¹⁵ Amygdala je korová limbická struktura, anatomicky jde o jedno z bazálních ganglií. Funkce amygdaly je konektivita jednotlivých částí propojení limbického systému (Hendelman, 2005).

¹⁶ Přední cingulum se vyznačuje vlastností reflektovat emoce druhých a ně adekvátně reagovat (Carter, 2010).

2.5 Role imitace v souvislosti zrcadlových neuronů

„Jeden malý orangutan kdysi v londýnské zoo pozoroval Darwina, jak hraje na foukací harmoniku, načež mu ji sebral a začal ho napodobovat. Darwin se tak nad imitativními schopnostmi primátů zamýšlel už v devatenáctém století“ (Ramachandran, 2013, 359).

Učení nápodobou je důležitou součástí lidského motorického chování, což vyžaduje velice komplexní soubor mechanismů, mapování sensorických proměnných do odpovídajících motorických proměnných, fyzický rozdíl mezi napodobitelem a demonstrátorem a pochopení záměru (cíle), který způsobuje pozorovaný pohyb. Jelikož většina zrcadlových neuronů se nachází v motorických oblastech, je jednou z možností, že provádějí vnitřní model řízení pro plánování pohybu, kontroly a učení. Opičí fenomén novorozeneckého obličejového napodobování se neomezuje jen na člověka. Longitudinální studie, jež testovala schopnosti šimpanze v období od pátého do patnáctého týdne věku, prokázala, že šimpanz vykazoval schopnosti imitace mezi pátým a jedenáctým týdnem života (Myowa, 1996).

Zjištění, že šimpanzi mohou napodobovat pohyby obličejové, byla následně potvrzena ve více rozšířeném vypracování. Ještě překvapivější výsledky ukázaly, že opice druhu makak rhesus¹⁷ napodobuje dvě základní obličejová gesta vypláznutí jazyka a mlasknutí ústy (Ferrari et al., 2006).

Hlavní otázkou zůstává, jak si dítě či mladá opice přeloží pozorovaný pohyb a podílí se na obličejových pohybech. Jedním z možných vysvětlení je, že část systému zrcadlových neuronů je přítomna již při narození a jehož základní prvky jsou geneticky podmíněny, přestože je nervová soustava po narození ještě křehká (Pascalis & Kelly, 2009).

Tento návrh je podpořen studií, ve které byli zkoumáni novorozenci makaků v průběhu prvního týdne po narození. Opicím byla snímána mozková aktivita za pomoci EEG při pozorování a napodobování obličejových výrazů. To samé se opakovalo u půlročních až ročních kojenců. Výsledky ukázaly, že na senzomotorických procesech vnímání a napodobování obličejových pohybů se podílí aktivované části sítě zrcadlových neuronů již v prvních dnech života (Ferrari et al., 2008).

¹⁷ Macaca mulatta.

Imitační mechanismy mohou být nástrojem pro přežití v prvních dnech po porodu, jelikož napodobovací reakce obličeje nejspíš hrají zásadní roli v utváření vazby mezi dítětem a matkou, či pečující osobou zprostředkující dítěti zpětnou sociální vazbu.

Napodobování obličejových výrazů se objevuje u dětí již brzy po porodu, ale napodobování hýbáním končetin se objevuje až mnohem déle. Spekuluje se o tom, že na rozdíl od zrcadlových neuronů způsobujících imitaci obličeje, jsou zrcadlové neurony způsobující hybnost končetin vystaveny jiné vývojové trajektorii. U lidí, pozorujících ústa druhého, se aktivuje více laterální sektor premotorické kůry, než když pozoruje pohyb ruky druhého (Buccino et al., 2001).

Tuto hypotézu potvrdily také neurofyziologické studie prováděné na opicích. Prokázaly, že zrcadlové neurony úst a rukou se nacházejí ve dvou různých oblastech. Přesněji řečeno, mediální část F5 obsahuje pouze zrcadlové neurony rukou, zatímco většina vyklenutého bočního sektoru F5 obsahuje zrcadlové neurony úst (Ferrari et al., 2003).

Elegantní experiment však ukazuje, že zlepšení motorických a percepčních schopností není záležitostí pouze času. Ve třech měsících věku ještě jedinci nejsou schopni pochopení objektů ve svém okolí. Experimentátoři rozšiřovali dosažení a uchopení schopností tříměsíčních dětí pomocí rukavic, které jim umožňovaly pochopit objekt pouhým dosažením a dotýkáním se. Pozoruhodný výsledek manipulace jejich motorických schopností ukázal zlepšení schopností percepčních. A skutečně po nošení palčáků na suchý zip se u tříměsíčních dětí vytvořila vizuální citlivost na cílenou strukturu ostatních činností. Autoři experimentu tak předpokládají, že proces vizuálního sledování vlastních pohybů může hrát velkou roli při vzniku zrcadlových neuronů. Vizuální reakce na vlastní pohyby jsou později zobecněny na činy druhých (Sommerville, Woodward & Needham, 2005).

Další experiment testoval hypotézu, která zní: Čím více mají lidé tendenci napodobovat ostatní, tím více se zabývají pocity druhých. Jedincům bylo oznámeno, že se jedná o pomoc při výběru obrázků do nového psychologického testu. V místnosti s nimi byl ještě experimentátorův pomocník, o němž si však dobrovolníci mysleli, že je dalším dobrovolníkem a pouze čeká, až přijde na řadu. Pomocník po celou dobu dobrovolníkovy výběru a řazení obrázků napodoboval jeho chování, např. poklepání nohou, poškrábání se na nose apod. Poté dobrovolníci odpověděli na dotazník měřící empatické sklony. Experiment našel silnou korelaci mezi tendencí vcítit se a množstvím napodobující chování, či být napodobován. Výsledek

naznačuje, že prostřednictvím napodobování mimikry jsme schopni cítit, co cítí ostatní (Chartrand & Bargh, 1999).

3 Aplikace teorie zrcadlových neuronů v psychoterapii

Soudobý objev zrcadlových neuronů souvisí také s klasickou psychoanalýzou Sigmunda Freuda. Ten již v roce 1921 uvažoval o myšlenkách jakési mentální telepatie, ve které chtěl pomocí přenosu myšlenek uzdravit své pacienty (Torres & Hinshelwood, 2013).

Dle psychoanalytické teorie mohou pacient i analytik především nevědomě reagovat na oboustranné podněty, reakce a vnímání těchto podnětů aktivuje nervové struktury, jež sdílí oba. Další důležitou souvislostí je termín projekce, který se používá také v moderní psychoanalýze. Použití výše uvedených klinických zjištění vede k možnosti, že emocionální tón hlasu a výraz pacienta vede ke spuštění automatické simulace za pomoci zrcadlových neuronů u terapeuta. Ačkoli interpersonální tlak může zesílit tento proces, zjištění vyplývající z dosavadních výzkumů naznačuje, že proces projekce je všudypřítomný a automatický (Gallese, Eagle & Migone, 2007).

Dle teorie zrcadlových neuronů dochází v každé mezilidské interakci k nevědomé projekci a empatické reakci. Znamená to však, že empatické ladění terapeuta a zažívání pocitů pacienta jako vlastní nemusí být nutně terapeutické. Poskytuje však důležitý základ empatického vnímání pacienta terapeutem a repliku pacientových zkušeností. Existuje však široká škála individuálních rozdílů v empatickém ladění každého jedince, to platí také v interakci terapeuta a pacienta. Individuální rozdíly v empatickém ladění ovlivňují např. faktory kultury, věku, genderu (Gallese, Eagle & Migone, 2007).

Zrcadlové neurony hrají významnou roli v chování sociálních skupin, poznatky o zrcadlovém systému proto lze využít ve skupinové psychoterapii. Jednou ze základních funkcí terapeutické skupiny je empatické naslouchání bolesti v prostředí, které usnadňuje jejich sdílení a vcítění se.

Intersubjektivita neboli společná zkušenost, kterou sdílí několik lidí, např. při empatii nebo neverbální komunikaci, poskytuje prvky chápání ve skupině, podporuje fungování a posiluje soudržnost skupiny. Je také úzce spojená s empatií a mentalizací, čili schopností přemýšlet o sobě a druhých, o jejich implicitních i explicitních duševních stavech. Systém zrcadlových

neuronů poskytuje model intersubjektivit i empatie. Intersubjektivita vytváří intimitu, která je v psychoterapii velice důležitá (Rugi, 2004).

Důležitým psychoterapeutickým odvětvím, které využívá objevu zrcadlových neuronů, je také taneční terapie. Tanec vytváří odlišný druh vztahu, který nese název trojúhelníkový vztah. Ten předpokládá řadu různých interakcí, přičemž je nezbytná interakce terapeuta s pacientem (Dosedlová, 2012).

Zrcadlení pohybů terapeutem vede pacienty k lepšímu uvědomění si vlastního těla a emoční reakci. Praktikuje se v taneční terapii s pacienty, pro které je obtížná verbální komunikace. Řadí se k nim také děti s poruchou autistického spektra, či dospělí jedinci se schizofrenií (Margariti et al., 2012).

Bylo prokázáno, že relativně krátkodobá léčba trvající jeden a půl měsíce taneční terapie, jež zvolila metodu „primitivní exprese“¹⁸ inspirovaná tradičními kmenovými tanci a rituály, měla výrazný úspěch u pacientů s psychiatrickou diagnózou. Pacienti, kteří absolvovali tento druh terapie, vykazovali progresivní nárůst pocitu štěstí. Měření elektroencefalografií prokázalo zvýšení hladiny vln alfa a to ihned po terapeutickém sezení i v dlouhodobém horizontu (Margariti et al., 2012).

¹⁸ Primitivní exprese nasedá na taneční rituály přírodních národů, využívá se při ní zvuku bubnů, jež rezonuje v těle a nutí účastníky k pohybu. Většinu tanečních úloh doprovází také hlasová produkce (Dosedlová, 2012).

4 Klinické aplikace zrcadlových neuronů

4.1 Poruchy autistického spektra

Předtím, než byla vyslovena hypotéza, že porušení zrcadlových neuronů souvisí s autismem, přišla Uta Frithová s teorií o poškozené teorii mysli. Ta se vztahuje ke schopnosti pohlížet na druhé, jako na bytosti s vlastním duševním životem. I přesto, že nemáme možnost autenticky pociťovat, jaké to je být někdo jiný, prostřednictvím právě teorie mysli si do mysli druhých lidí promítáme určité záměry, vjemy a přesvědčení. A právě také díky tomu jsme schopni usuzovat na pocity druhých, jejich úmysly, předpovídat a ovlivňovat jejich počínání. Na základě této teorie vznikla hypotéza o funkčním poškození zrcadlových neuronů, jež mají za následek poruchu zvanou autismus (Frith & Happe, 1994).

Výše zmiňovanou hypotézu poprvé uvedl V. S. Ramachandran, spolu se svým týmem a souběžně tak i skotský vědecký tým A. Whittena. První experimentální důkaz však vyšel z laboratoře, V. S. Ramachandrana a jeho kolegů (Ramachandran, 2013).

Teorie mysli odkazuje na schopnost porozumět duševním stavům jiné osoby včetně jejich přesvědčení, záměrů a tužeb, oddělených od vlastních myšlenek, zážitků a chování. Toto chápání mysli se obvykle začíná v dětství ke konci prvního roku života se vznikem úmyslné komunikace dítěte se světem. Teorie mysli se tedy týká vývoje jazyka a sociální komunikace. Výsledky longitudinálních studií, které posuzovaly děti ve věku dva až šest let a dále o osm let později však prokázaly, že na tom, zda se dítěti vyvine schopnost řeči, záleží také na věnované pozornosti a podnětnému sociálnímu prostředí (Sigman & Ruskin 1999).

„Pokud je teorie mysli založena na zrcadlových neuronech a pokud je zároveň u zdravých lidí doplněna o možnost být uplatňována i směrem dovnitř, vůči jedincovi vlastnímu Já, vysvětlovalo by to, proč je pro autisty tak těžká jakákoliv sociální interakce a silná sebeidentifikace a proč má tolik autistických dětí při konverzaci tak obrovské problémy se správným používáním zájmen „já“ a „ty“: možná jim k porozumění rozdílu mezi oběma těmito koncepty chybí dostatečně vyspělá mentální reprezentace jejich vlastní osoby“ (Ramachandran, 2013, 178).

Poruchy autistického spektra patří mezi pervazivní¹⁹ poruchy dětského mentálního vývoje. „V důsledku vrozeného postižení mozkových funkcí, které dítěti umožňují komunikaci, sociální interakci a symbolické myšlení (fantazii), dochází k tomu, že dítě nedokáže vyhodnocovat informace stejným způsobem jako děti stejné mentální úrovně. Vnímá, prožívá a tudíž se i chová jinak“ (Thorová, 2006, 58).

Jelikož sociální a komunikační poruchy představují jedny z klíčových diagnostických charakteristik autismu, odhaduje se, že 30-50 % jedinců se nikdy zcela nevyvine funkční řeč. Verbální komunikace je u těchto jedinců omezena na vyjádření instrumentálních funkcí nebo jednoduchého označení (Prizant & Wetherby, 1993).

Jestliže dítě zůstane převážně nemluvné do pátého až šestého roku života, existuje zde prognóza, že pozdější sociální dovednosti a expresivní jazyk bude velice chudý. Nicméně i přesto existují důkazy, které nasvědčují tomu, že i akvizice jazyka po tomto kritickém období je možná (Prizant & Wetherby, 1993).

Kromě nedostatečných komunikačních deficitů se objevují obtíže s imitací. Imitace zahrnuje v sobě jakési překlady chování jiné osoby do svého vlastního chování. Mimo jiné je také považována za předchůdce vývoje jazyka. Vanvuchelen a jeho tým zjistil, že jedinci postižení autismem vykazovali nízkou výkonnost v napodobování gest a obecných motorických dovedností (Vanvuchelen, Roeyers & Weerdt 2007).

Jiné výzkumy zase prokázaly, že autistické děti dopadly v porovnání s běžně se vyvíjejícími jedinci téhož věku a dětmi s lehkou mentální retardací nejhůře ve studiích zkoumající imitaci a teorii mysli. Vysvětlení je nasnadě díky teorii zrcadlových neuronů, jak objevili vědci teprve před několika lety (Perra et al., 2008).

Předpokládá se, že za vznikem autismu stojí poškození, či chybění zrcadlových neuronů. Bylo realizováno mnoho studií u dětí, kteří byly převážně neverbální a autistické. V jedné studii byla měřena mozková aktivita a pohyby rtů pomocí MEG a EMG skupině jedinců s Aspergerovým syndromem. Jedinci měli za úkol napodobit jednoduchá gesta. Ve srovnání s kontrolní skupinou, v níž byli jedinci bez Aspergerova syndromu, to trvalo experimentální skupině dvakrát tak dlouho a byla zaznamenána velmi slabá aktivace Brocovy oblasti, jež byla

¹⁹ Všepronikající.

opožděna o 45 až 60 ms v porovnání s kontrolní skupinou. I přesto, že se behaviorální výkon mezi skupinami příliš nelišil, aktivace Brocovy oblasti korelovala se závažností diagnózy (Nishitani, Avikainen & Hari, 2004).

Jiná studie zase zjistila, že ve srovnání s kontrolní skupinou, se jedincům s autismem snížila kortikální tloušťka šedé hmoty v místech, kde se nacházejí zrcadlové neurony, včetně Brocovy oblasti, lobus parietalis inferior a sulcus temporalis superior.²⁰ Zjistilo se, že rozsah snížení kortikální tloušťky v těchto oblastech koreloval se závažností komunikativních a sociálních deficitů u jedinců s autismem (Hadjikhani et al., 2006).

„Hypotéza zrcadlových neuronů může vysvětlit i některé z hůře pochopitelných projevů autismu. Už nějakou dobu se například ví, že autistické děti mívají často problémy s interpretací přísloví a metafor“ (Ramachandran, 2013, 176).

Vysvětlení toho, proč mají autisté potíže s chápáním metafory, bylo zjištěno na základě zkoumání pacientů s poškozením levého supramarginálního gyru a trpících apraxií, čili neschopností napodobovat rutinní pohyby. Bylo zjištěno, že tito pacienti mají velké obtíže s interpretací metafor. A jelikož také supramarginální gyrus obsahuje zrcadlové neurony, nasvědčuje vše tomu, proč autisté obtížně chápou metafory typu „sahat po hvězdách“, „není všechno zlato, co se třpytí“ a podobně (Ramachandran, 2013).

4.2 Poruchy schizofrenního okruhu

U schizofrenických pacientů bylo prokázáno, že mají velký deficit ve zpracování sociálních, kognitivních a emocionálních informací. Zmíněný deficit lze vysvětlit poškozením či abnormalitou ve funkčním systému zrcadlových neuronů. Systém zrcadlových neuronů může podporovat self²¹ a vymezuje hranice a pochopení záměrů druhých, z jeho členění mohou pocházet psychotické symptomy. Typické pro jedince trpících schizofrenií je, že si vykládají odlišně záměry druhých lidí a to může následně přerůst v nepochopení sociálních situací a přestováním si pocitu ohrožení. Důsledkem bývají paranoidní bludy nebo halucinace (Bentall et al., 2009).

²⁰Rýha, která odděluje horní část spánkového laloku od střední části spánkového laloku. Je zodpovědná také za řízení emocí. Tato rýha se aktivuje také neautistickým jedincům při poslechu lidského hlasu (Hendelman, 2005).

²¹ Self představuje sebepojetí a základ všech vjemů a hodnot, které utvářejí já (Hartl & Hartlová).

Studie, která měřila aktivitu zrcadlových neuronů u schizofreniků, zjistila, že schizofreničtí pacienti mají výrazně sníženou aktivitu zrcadlových neuronů než kontrolní skupina jedinců bez schizofrenické diagnózy. Autoři hovoří o souvislosti se sníženou schopností rozlišovat mezi sebou samým a druhými nebo vcítění se do jiné osoby. Závažnost deficitu empatie a sociální kognice záleží na aktuálním stavu onemocnění, včetně aktivní psychózy (Enticott et al., 2008).

Nedávná studie měřila míru empatie a činnost zrcadlových neuronů využívající elektroencefalografii u jedinců hospitalizovaných s akutní schizofrenií a u pacientů docházejících pouze ambulantně. Z celkového počtu šestnácti pacientů bylo osm v akutní fázi schizofrenie a zbylých osm v zalečené fázi. V kontrolní skupině bylo také šestnáct jedinců. Aktivně psychotičtí pacienti vykazovali významně vyšší potlačení alfa vln (8-13 Hz) v senzomotorické kůře levé hemisféry v porovnání s jedinci zalečenými a kontrolní skupinou. To pozitivně koreluje s psychotickými příznaky a sníženou činností zrcadlových neuronů (McCormick et al., 2012).

Studie emocionální rezonance, čili jevu jedné osoby nevědomě zrcadlící motorické akce jako základu emocionálního vyjádření jiné osoby, se prakticovala i u pacientů se schizofrenií. Cílem studie bylo porovnat rozdíl pacientů se schizofrenií s kontrolní skupinou v tzv. emocionální rezonanci, např. nakažlivého smíchu či zívání. Obě skupiny pozorovaly videa, na kterých jedinci zívají nebo se smějí. Výsledky ukázaly, že experimentální skupina pacientů se schizofrenií zívala a smála se naprosto minimálně či vůbec. Snížená nakažlivost zívání a smíchu u schizofreniků nasvědčuje také minimální aktivitě zrcadlových neuronů (Haker & Rössler, 2009).

Zajímavá studie proběhla ve Finsku, kde autoři zkoumali jedince se schizofrenií a jejich dvojče, jež schizofrenií netrpělo. Celkem se zúčastnilo experimentu jedenáct párů dvojčat, z toho pět monozygotních a šest dizygotních. Zatímco účastníci pozorovali různé pohyby, které následně prováděli sami, experimentátoři měřili aktivitu mozku pomocí magnetoencefalografie. Výsledky prokázaly sníženou odezvu motorické kůry v průběhu pozorování i pohybování u jedinců se schizofrenií v porovnání s jejich dvojčetem. Je tedy možné, že souvislost zrcadlových neuronů s onemocněním schizofrenie může hrát velkou roli. (Schürmann et al., 2007).

4.3 Syndrom fantomové končetiny

K pocitu fantomové končetiny dochází při amputaci zhruba v 90 % případů. Uvádí se, že až v 70 % případů cítí pacienti fantomovou bolest. Jedinec cítí, že má stále končetinu připevněnou ke svému tělu a dokonce s ní může i hýbat. Dochází však také k fantomové bolesti chybějící končetiny, která je pro dané jedince subjektivně velice nepříjemná. V.S. Ramachandran spolu s jeho týmem přišli s tzv. zrcadlovým zařízením k ožívování fantomové končetiny, pojmenovali ji tedy zrcadlová skříňka (Ramachandran, 2013).

„Pacient umístí svou ochrnutou a bolestivou fantomovou levou paži za zrcadlo a zdravou (např. pravou) ruku před něj. Pohled na odraz pravé ruky v pravé straně zrcadla u něj navozuje iluzi, že se fantom uzdravil. Pohybováním skutečnou rukou se zdánlivě pohybuje i fantom a pacient zakouší živý dojem jeho pohyblivosti – v některých případech poprvé po několika letech“ (Ramachandran, 2013, 59).

Randomizované studie se účastnilo celkem dvaadvacet pacientů, kteří byli rozděleni do tří skupin. Jedna skupina se dívala na své intaktní končetiny v zrcadle, druhá podstoupila terapii zrcadlem, měla za úkol nastavit amputovanou končetinu do skříňky, na jejímž konci bylo zrcadlo a zdravou končetinou pohybovat. Takže se zdravá končetina odrážela v zrcadle a obraz v zrcadle tvořil dojem obou zdravých končetin. A třetí skupina byla vyškolená v mentální vizualizaci, kde se zavřenýma očima imaginovali vykonávání pohybu s jejich amputovanou končetinou, jako kdyby byla zdravá (Chan et al., 2007).

Pacienti vykonávali přiřazenou léčbu patnáct minut každý den. Experimentátoři změřili po čtyřech týdnech fantomovou bolest u každého pacienta. Bylo zaznamenáno snížení fantomové bolesti u všech pacientů, kteří se léčili pomocí terapie zrcadlem. V první skupině bylo zaznamenáno zlepšení pouze u jednoho pacienta, zatímco zhoršení bolesti u třech pacientů. A ve třetí skupině mentální vizualizace uvedli dva pacienti snížení bolesti a čtyři zhoršení celkového stavu (Chan et al., 2007).

Výsledky tedy prokázaly, že léčba terapií zrcadlem snižuje bolest fantomové končetiny. Předpokládá se, že úleva od bolesti pomocí terapie zrcadlem je zapříčiněna aktivací zrcadlových neuronů v mozkové hemisféře, která je kontralaterální k amputované končetině (Chan et al., 2007).

Další ze studií popisuje případy pacientů, kteří podstoupili nejméně čtrnáctidenní terapii zrcadlem ještě před amputací končetiny a dále několik týdnů po amputaci končetiny. Výsledky ukázaly, že u většiny pacientů, kteří se léčili pomocí terapie zrcadlem ještě před amputací, měli zásadně sníženou fantomovou bolest nebo se u nich vůbec neprojevila (viz obrázek č. 3) (Hanling et al., 2010).

4.4 Rehabilitace pacientů po mozkové mrtvici

Světová zdravotnická organizace odhaduje, že každoročně je mozkovou mrtvicí postiženo patnáct milionů lidí, z nichž zhruba pět milionů zemře, dalších pět milionů je trvale indisponováno a zbylých pět milionů jedinců se alespoň částečně zotaví a jsou schopni aktivnějšího života (Mensah, 2004).

Aktivace premotorických neuronů při jednoduchém pozorování akcí je také velmi atraktivní pro rehabilitační funkce u pacientů, kteří utrpěli mozkovou mrtvicí. Chronická porucha hybnosti je totiž pozorována u velkého počtu pacientů, kteří přežili mrtvicí. Na dané téma byla provedena studie, experimentální skupinou byli pacienti po mrtvici a v kontrolní skupině byli jedinci, které mrtvice nezasáhla. Skupina kontrolní i experimentální byla testována pomocí fMRI před léčbou i po léčbě. V rámci tělesné výchovy pozorovala experimentální skupina každý den videa po několik týdnů, na nichž byly prováděné pohyby s paží a rukou. Zatímco kontrolní skupina pozorovala tutéž dobu sekvenci geometrických symbolů a dopisů. Experimentální skupina prokázala významné zlepšení motorických funkcí ve srovnání se skupinou kontrolní. U experimentální skupiny byl zaznamenán značný nárůst aktivity zrcadlových neuronů po léčbě a dalších kortikálních oblastí motorického výkonu. Kontrolní skupina neprokázala žádné změny v aktivaci zrcadlových neuronů (Ertelt et al., 2007).

Další studie použila dva různé principy u pacientů po mozkové příhodě, první tvořila vnitřní obraz, ve kterém jedinec provádí mentální simulace pohybu a druhý vnější se týká reálného fyzického pohybu, který s pacientem provádějí zkušení profesionálové. U pacientů, kteří pracovali poctivě po dobu několika týdnů, bylo zaznamenáno výrazné zlepšení a získání nových pohybových dovedností (Anwar, Tomi & Ito, 2011).

Ve studii neuroplasticity²² primární senzomotorické kůry realizovali pacienti úkoly spojené s pohyby ruky každý den jednu hodinu, pětkrát týdně po dobu šesti týdnů v rámci terapie zrcadlem, kterou je možno uplatnit nejen u pacientů s fantomovou bolestí, ale také u pacientů po cévní mozkové příhodě. Autoři studie zjistili, že ve srovnání s kontrolní skupinou se výkonnost pohybů ruky výrazně zlepšila. Skupiny byly měřeny fMRI a FMS (Fugl-Meyer test), který měří motorické schopnosti pacientů po cévní mozkové příhodě. Výsledky ukázaly, že skupině účastníci se terapie zrcadlem, se výrazně zvýšilo skóre. Byla zaznamenána vyšší aktivita systému zrcadlových neuronů při fMRI (Michielsen et al., 2011).

Franceschini si cenní účinnosti terapie zrcadlem horních i dolních končetin u pacientů po cévní mozkové příhodě, a proto zrealizoval experiment, kterého se zúčastnilo osmadvacet pacientů s chronickým poškozením horní končetiny. Experiment se skládal ze sledování videa, na němž pozorovali pohyby rukou pět dní v týdnu po dobu čtyř týdnů a subjekty provádějící imitace těchto pohybů pozorovaných živě. Pacienti pozorovali běžné situace ze života, např. uchopení klíče a otevření dveří nebo uchopení jablka a jeho konzumace. Následně pacienti napodobovali několik minut pozorované akce. Opět bylo zaznamenáno velké zlepšení pohybů u pacientů, jež absolvovali terapie zrcadlem (Franceschini et al., 2010).

4.5 Apraxie

Apraxie je porucha vyšších motorických funkcí, typická je ztráta schopnosti vykonávat naučné složité pohyby běžného života. Existuje několik podtypů apraxie. V souvislosti se zrcadlovými neurony je důležitá apraxie ideomotorická a ideatorní. Ideomotorická apraxie je porucha způsobená poškozením horní části oblasti lobus parietalis inferior, konkrétně supramarginálního gyru, kde se tedy mimo jiné nachází také síť zrcadlových neuronů. Jedná se o neschopnost provádět rutinní volné činnosti podle pokynu, jsou plánovány správně, avšak jejich výkon je neadekvátní (Hartl & Hartlová, 2009).

Ideatorní apraxie je porucha senzorické složky komplexní paměťové stopy, konkrétně se jedná o poškození levého supramarginálního gyru. Uvádí se, že jedinec v tomto případě

²² Schopnost nervové tkáně vyvíjet se, reagovat nebo přizpůsobovat se vnitřním a vnějším změnám prostředí, jak ve fyziologických, tak také v patologických podmínkách, úzce souvisí s procesy učení a vytváří podmínky pro rehabilitaci pacientů s poškozením CNS (Trojan & Pokorný, 1999).

například škrta cigaretou. Pacient trpící ideatorní apraxií ani neplánuje provést pohyb jako u apraxie ideomotorické (Ramachandran, 2013).

Studie realizovaná na pacientech s předpokládanou diagnózou apraxie dokazuje, že pacienti mají specifický deficit provádění určitých pohybů, nicméně je zde také deficit napodobování pozorovaného pohybu. Celkem jednačtyřicet pacientů s různým podtypem předpokládané apraxie bylo testováno pomocí dvou výkonnostních pohybových testů (Pazzaglia et al., 2008).

V prvním testu měli pacienti za úkol přiřadit ke správnému pojmu daný pohyb, zatímco v druhém měli přesně provést sérii pohybů. Pacientům podle předem stanovených kritérií byla na základě výsledku diagnostikována apraxie a zhodnocen deficit poznání gest či pohybů. Z celkového počtu byla apraxie diagnostikována jednadvaceti pacientům, z nichž 56% mělo velký deficit v poznávání gest. Ukázalo se, že u pacientů s apraxií a percepčním deficitem se nachází léze v dolních frontálních oblastech, zatímco u pacientů s nepoškozenou percepcí se nacházejí léze v parietálních (temenních) oblastech. Léze v obou částech se nacházejí v oblastech s vyskytující se množstvím zrcadlových neuronů (Pazzaglia et al., 2008).

4.6 Afázie

Afázie je porucha tvorby a porozumění řeči, jedná se o neschopnost pojmenovat jevy nebo rozumět slovům. Afázií je několik druhů, v souvislosti se systémem zrcadlových neuronů je však nejdůležitější Brocova afázie, která je specifická tím, že jedinec je schopný porozumět mluvené řeči, ale již má velké obtíže s komunikací (Hartl & Hartlová, 2009).

„Brocova afázie, pojmenovaná po francouzském neurologovi Paulu Brocovi, jenž tento syndrom roku 1865 popsal jako první, na vině je většinou poškození levého čelního laloku, konkrétně oblasti ležící těsně před hlubokou rýhou oddělující temenní a čelní lalok“ (Ramachandran, 2013, 189).

Afázií trpí také mnoho pacientů, jež si prodělali cévní mozkovou příhodu. Imitace hraje důležitou roli v léčbě afázie. Existuje mnoho druhů terapií afázie využívajících poznatků systému zrcadlových neuronů založených na pozorování a imitaci. V souvislosti s tím byl vyvinut nový počítačový léčebný přístup, jenž je podložen právě teorií zrcadlových neuronů na základě akčního pozorování a imitace, program tak nabízí způsob, jak stimulovat zrcadlové neurony. Hlavním rysem systému a základem léčebného programu pro pacienty s afázií je

soubor konkrétních audiovizuálních podnětů, které jsou používány v pořadí, v jakém jsou prezentovány pacientům s afázií v různých časových intervalech, velikostí displeje, hlasitosti a rychlosti přehrávání. Program počítače se skládá z několika nezávislých částí, včetně klinického rozhraní pacientů s různými podtypy afázie a administrativní fáze. Pacienti pozorují obličej, konkrétně ústa, jak vyslovují slova a fráze. Podněty prezentované audiovizuálně následně imitují. Výsledky studií ukazují významné zlepšení u pacientů, kteří podstupují léčbu pomocí počítačového programu až devadesát minut denně (Small, 2009).

Počítačový program obsahuje celkem dvanáct týdnů organizované terapie, od velmi jednoduchých vzorů řeči, jako jsou jednotlivé slabiky, až po věty obsahující několik slov. Složitější věty se vyskytují v průběhu léčby se zlepšením dovedností pacienta. V některých případech je možnost, že se objeví na začátku léčby těžší slovo či fráze a na konci léčby slovo jednodušší. V některých případech může být složitost žádoucím výchozím bodem a strategie se volí individuálně (Small, 2009).

Někteří pacienti s afázií i přes svou zhoršenou výslovnost mohou zpívat. Existují tedy muzikoterapie zaměřené konkrétně na pacienty s afáziemi. Studie prokázaly jednoznačné zlepšení hlasového výstupu. To naznačuje, že zpěv a rytmické slabičné cvičení jsou účinná při podpoře jazykových dovedností. Metoda je však také velmi napodobující, synchronizační a intenzivně sdílí zkušenosti s druhými. Techniky využívají krátkých vysokofrekvenčních frází, které pacienti zpívají společně, napodobují jeden druhého a to vše je ještě umocněno fyzickým dotekem a pohledem z očí do očí (Schlaug, Marchina & Norton, 2008).

Techniku skupinového zpěvu podpořil výzkum, kde byli zkoumáni pacienti s afázií zpívající jednotlivě nebo sborově ve skupině s dalšími pacienty. Ukázalo se, že když zpívali ve skupině, měla terapie zpěvem mnohem větší účinek, než když zpívali individuálně (Racette, Bard & Peretz, 2006).

4.7 Exotické syndromy

4.7.1 Moebiov syndrom

Jedinci s Moebiovým syndromem²³ se rodí bez schopnosti pohybovat tvářemi. Neúčastní se tedy jedné z nejdůležitějších částí neverbální komunikace, kterou je mimika. To může být

²³ Vzácné neurologické onemocnění je charakterizováno porušením hlavových nervů (Verzijl et al., 2003).

následek mnoha problémů v sociální interakci se svým okolím. Některé teorie naznačují, že proces rozpoznávání emocí je zapříčiněn expresí obličeje neoddělitelně spojenou s výrazy vlastními, jež nám pomáhají rozpoznat emoce u druhých (Goldman & Sripada, 2005).

Lidé s Moebiovým syndromem mají potíže s napodobením výrazů obličeje a stejně tak i s rozpoznáváním emocí u druhých. Studie z roku 2003 ukázala, že účastníkům pozorujících mimiku druhých se aktivovala část v premotorické kůře, která je zodpovědná za vytváření a rozpoznávání výrazů obličeje. Souvisí také mimo jiné s porozuměním emocí u druhých i u sebe (Carr et al., 2003).

V souvislosti s deficitem porozumění emocí druhých a sníženou schopností sociální interakce se uvažuje o porušeném zrcadlovém systému u lidí s Moebiovým syndromem, nicméně v některých případech může být přidružena diagnóza autismu či lehké mentální retardace a to může být značnou komplikací v potvrzení této teorie (Rives, 2008).

4.7.2 Syndrom kuváda

Syndrom kuváda, neboli pseudocyesis (falešné těhotenství) otců se může projevit u mužů, kteří se účastní se ženou předporodních kurzů. Existují teorie, že činnost zrcadlových neuronů nastartuje produkci hormonů například prolaktinu, což může mít za následek fantomovou graviditu (Ramachandran, 2013).

Zjistilo se, že u mužů se zvyšuje hladina prolaktinu několik týdnů před porodem, čím vyšší pak byla hladina prolaktinu u mužů, tím častěji se u nich vyskytovaly příznaky syndromu kuváda. Prolaktin také bývá označován jako hormon otcovství (Skočovský, 2004).

4.7.3 Münchhausenův syndrom v zastoupení

Münchhausenův syndrom je behaviorální komplex, ve kterém pacienti smýšlejí svá anamnestická data a předstírají tělesné nebo duševní příznaky za účelem hospitalizace (Urban & Masopust, 2004).

Existuje však také Münchhausenův syndrom v zastoupení, při němž dochází k nevědomé projekci hypochondrie na jinou osobu. Často se tak stává, že rodiče přenášejí hypochondrii na své děti, nikoliv sami na sebe. Dítě pak prožívá každý banální příznak jako

předzvěst smrtelné choroby. I zde se může jednat o zmatek ve vztahu já-ty a s tím souvislost se systémem zrcadlových neuronů (Ramachandran, 2013).

4.7.4 Mímotělní zážitky

Poruchy zrcadlového systému vedou k nesouladu interpersonálních hranic, osobní identity a tělového schématu. Mímotělní zážitky se mohou vyskytnout mimo jiné, pokud se frontálním (čelním) lalokům nedaří potlačovat výstupy systému zrcadlových neuronů a může nastat živý dojem, že sami sebe pozorujeme shora (Ramachandran, 2013).

K mímotělním zážitkům vyskytujícími se nejspíše právě kvůli systému zrcadlových neuronů se řadí také autoskopické halucinace, což má za následek to, že jedinec halucinuje sám sebe. Autoskopický dvojník se stane přesným zrcadlovým odrazem halucinujícího. Ačkoli nemá žádnou identitu, touhy ani záměry, může v halucinujícím vyvolat velice nepříjemné pocity. Halucinace sebe sama se vyskytují nejvíce u pacientů trpících schizofrenií, posttraumatickou stresovou poruchou, u pacientů s ložiskovými lézemi a tak dále (Brugger, 2005).

5 Umění a zrcadlové neurony

Když pozorujeme druhé a snažíme se identifikovat jejich emoční ladění, jejich emoce chápeme přímo skrze vtělené simulace, které nám prezentují sdílení fyzického stavu pozorovatele. Tento proces je aktivní, když pozorujeme obraz evokující gesta, pohyby, záměry, fyzický postoj a emoce nebo když pozorujeme umělecké dílo, kde jsme s to odhalit stopy umělceva zamýšlení. Ukazuje se, že jednou z hlavních rolí zrcadlových neuronů je pochopení emocí a úmyslů druhých a estetické účasti na vnějším světě, což usnadňuje zásadně sociální interakci s okolím (Gallese & Freedberg, 2007).

5.1 Estetika

Ačkoli není žádný konsensus, který by definoval umění, přitahuje zájem kognitivních neurologů, se kterými se otevírá široké pole výzkumů, jež nese název neuroestetika. Umělecká díla vyvolávají rozsáhlou škálu emocí působících na diváky. Většina příznivců uměleckých děl je obeznámena s pocity, které v nich umělecké dílo může zanechat, pocity se můžou skládat z empatického pochopení druhých nebo vnitřní imitace pozorované akce v obrazech či sochách. Bylo prokázáno, že obraz, či socha, jež ztělesňuje simulaci bolesti, poraněných nebo poškozených oblastí těla, aktivuje část stejné sítě motorických a sensorických center, které jsou obvykle aktivovány vlastním pocitem bolesti (De Vignemont & Singer, 2006).

Objev zrcadlových neuronů osvětluje tělesnou reakci, často zdánlivě imitovanou akci zastoupenou v uměleckém díle. Zrcadlové neurony nabízejí možnost jasnějšího porozumění vztahu mezi vnímanou reakcí pohybu v rámci malby, sochařství, architektury a emocemi, jež vzbuzují.

Ukázalo se, že sledování statických objektů aktivuje nejen vizuální oblasti mozku, ale také motorické oblasti, které souvisejí s činností. Znamená to, že zrcadlové neurony nereagují jen na pozorovaný pohyb na obraze či sochy, ale reagují na vizuální prvky, které spouštějí motorická centra pohybu, a to i když není zjevný pohyb přítomný (Murata et al., 2000).

K tomu přispěla také studie experimentu, která potvrdila výsledky pozorování statického objektu. Pozorování statického grafému evokuje stimulaci motorické kůry, která je zapojena při jeho vytváření. Pomocí fMRI se ukázalo, že vizuální prezentace dopisů aktivuje sektor levé premotorické kůry mozku, která se aktivovala, když účastníci experimentu psali dopisy. Svou

úlohu zde hraje i lateralizace hemisfér, kde u praváků se aktivovala hemisféra levá, zatímco u leváků to byla hemisféra pravá (Longcamp et al., 2005).

Přesvědčivé důkazy naznačují, že pozorovatel uměleckého artefaktu prožívá stejnou emoci, kterou pozoruje na plátně či jako sochu. Nasvědčuje tomu jeho výraz ve tváři a postoj celého těla (De Vignemont & Singer, 2006).

Když pozorovatel uměleckého díla spatří, jak se postavy na obraze či sochy dotýkají nebo hladí, aktivuje se mu somato-senzorická kůra, která by se aktivovala, kdyby bylo pozorovatelovo tělo předmětem hmatové stimulace. Výsledky tak umožňují vysvětlit důležité reakce na umělecká díla. Zrcadlové neurony ztělesňují simulace a zhmotňují důkaz o roli estetických reakcí, které vycházejí z posouzení formálních kvalit díla a sledování stop umělce (Blakemore et al., 2005).

První funkční neuro-zobrazovací studie zkoumala vnímání a vyhodnocení estetického úsudku. Účastníci ležící ve skeneru pozorovali reprodukce uměleckých děl na monitorech počítače. Experiment prokázal společné zapojení prefrontální kůry při pozorování esteticky atraktivních uměleckých děl na rozdíl od děl, které jim esteticky atraktivní nepřipadaly, bez ohledu na druh uměleckého díla. Sdílené zkušenosti, napříč jednotlivci vyvolané vnímáním uměleckého díla, mají potenciál, že se k nám dílo dostane ve stejné interpretační rovině, jako k našim kolegům divákům (Cela-Conde et al., 2004).

Nedávné studie však poukazují na to, že činnost těchto oblastí je podmíněna předchozím očekáváním subjektů o hédonické kvalitě uměleckého díla. Autoři poukazují na to, že řada vnějších faktorů může zkreslit aktivaci mozkových center při prohlížení uměleckých děl, jež byla následně spojena s nestranným estetickým posudkem. Skutečnost, že vnější vlivy mohou ovlivnit mozkové aktivity a následné estetické soudy, nabízí vysvětlení, proč lidé mění své soudy o díle, které se jim dříve nelíbilo a následně jim začalo připadat více přitažlivé. Například, když si lidé uvědomí, kdo je autorem díla a ví, že je autor všeobecně respektován, nebo když se umělecké dílo nachází v proslulé umělecké galerii (Kirk et al., 2009).

Vědce zajímalo, zda je estetický zážitek zcela subjektivní či existuje biologický základ pro objektivní hodnocení umění. Pohodlně usadili čtrnáct dobrovolníků, jež se nikdy nezajímali o výtvarné umění a ukazovali jim dvě složky obrázků antických a renesančních soch s dokonalými nebo modifikovanými a deformovanými proporcemi těla (Di Dio, Macaluso & Rizzolatti, 2007).

Zároveň byla dobrovolníkům snímána mozková aktivita pomocí funkční magnetické rezonance. Při pohledu na obrázky s dokonalými proporcemi se však výrazně zvýšila aktivita insuly, která je zodpovědná za vnímání emocí a v jejím okolí se nacházejí také zrcadlové neurony (Di Dio, Macaluso & Rizzolatti, 2007).

Když dobrovolníci hodnotili a pozorovali obrázky s upravenou postavou sochy, např. prodloužení nohou, zvětšení pasu atd. nebyla zaznamenána téměř žádná aktivita insuly. Mozek dobrovolníků tedy preferoval nezměněný ideál. Smysl pro krásu u dobrovolníků bez jakýchkoliv zkušeností s výtvarným uměním si autoři vysvětlují dvěma vzájemně se nevylučujícími procesy. Jeden je založený na společné aktivaci kortikálních neuronů a druhý na základě aktivace amygdaly, jež vede emoční prožitky každého z nich (Di Dio, Macaluso & Rizzolatti, 2007).

Záměrným přehnáním postoje, jenž aktivuje nebo spíše hyperaktivuje zrcadlové neurony v oblasti sulcus temporalis superior, docílí autoři značné obliby u diváků. Zrcadlové neurony se aktivují při pohledu na měnící se postoje a pohyby těla stejně jako při sledování proměňujících se výrazů tváře. Většina typů tanců, ať indických či západních, obsahují důmyslně a ritualizované přehnané pohyby a postoje, které vyjadřují širokou škálu emocí, jež se poté aktivuje i u příznivců uměleckých děl (Ramachandran, 2013).

Ultrnormálními či supernormálními se stávají podněty, které diváky přitahují, i když zcela racionálně nedokáží vysvětlit proč. Děje se tak kvůli zvětšenému nebo zvýrazněnému rysu, jenž excituje zrcadlové neurony ještě efektivněji než původní podnět. Ultrnormální podněty nastiňují teorie, proč určití jedinci tíhnou k abstraktnímu umění, ačkoli nepřipomíná nic, co by se vyskytovalo v reálném světě (Ramachandran, 2013).

5.2 Tanec

Již tisíce let lidé vyjadřují své emoční rozpoložení tancem. Stejně jako hudba a výtvarné umění se také tanec řadí k univerzálnímu lidskému chování, jehož nejstarší projevy lze vysledovat dle rituálů, které jsou druhem jistého sociálního chování. Výzkumy zabývající se percepcí tance zkoumají složité interakce mezi jednotlivci a jejich prostředím. Zájmem vědců zabývajících se studiem účinku schopností mozku je integrace různých typů fyzických a percepčních zkušeností a učení se novým pohybům. Není tedy divu, že učení se novým tanečním

schopnostem je u tanečníků velice vyhlášené, jelikož jejich živobytí záleží na rychlé adaptaci pohybu, jejich produkce a reprodukce (Stevens et al., 2010).

Tančení vyžaduje vysoký stupeň koordinace nejen mezi různými údy těla, ale také mezi jednotlivými tanečními kolegy a vnímání akce v čase a prostoru. Schopnost tanečníků transformovat nízkou vizuální či verbální informaci do vysoce sofistikovaných a odborně provedených pohybů má pro vědce značnou hodnotu. Jedné z prvních studií se účastnili začínající příslušníci moderního tance, vědce zajímalo, za jak dlouho se naučí tanečníci novou a složitou choreografií na základě pozorování (Cross, Hamilton & Grafton, 2006).

Autoři studie vybrali pro experiment náročnou pětadvacetiminutovou choreografií. Účastníci ji trénovali celkem šest týdnů, pozorovali složitou choreografií, zatímco experimentátoři skenovali jejich mozkové aktivity. Ptali se jich, jak hodnotí taneční pohyby v choreografií. Studie poukázala na změny v senzomotorické kůře, ventrální premotorické kůře v levé hemisféře při pozorování a následného provedení pohybů. Ukázalo se, že tyto mozkové změny nevyžadují mnohaleté zkušenosti, v tomto případě to čítalo pouhých šest týdnů (Cross, Hamilton & Grafton, 2006).

V další inovativní studii leželi profesionální tanečníci ve snímači pozitronové emisní tomografie, přičemž nohama vykonávali taneční kroky tanga na šikmé plošině. Na snímači byla vyzorována aktivace rozsáhlé sítě zrcadlových neuronů, zatímco účastníci prováděli složité sekvence nohou po plošině. Byla také zaznamenána významná aktivita mozečku při složitější rytmické sekvenci (viz obrázek č. 4) (Brown, Martinez & Parsons, 2006).

5.3 Aktivace zrcadlových neuronů u filmového diváka

Film je předmětem mnoha výzkumů kognitivní neurovědy. Stejně jako všechny druhy umění je zprostředkovanou formou intersubjektivit, kde je prostředníkem mezi tvůrcem filmu a jeho diváky. Stejně jako ostatní druhy uměleckého vyjádření nám film umožňuje nahlédnout do mnoha světů a vztahu mezi tím, co je skutečné a virtuální. Nová metoda, jež posuzuje účinek filmu na mozek diváků a spojuje tak zpočátku dva na sobě nezávislé obory, kognitivní neurovědu a filmová studia, se nazývá neurokinematika (Trifonova, 2014).

V neurokinematickém experimentu, zaměřeném na emoční ladění diváků, byl promítán film S. Leoneho s názvem *Hodný, zlý a ošklivý* z roku 1966. Z filmu bylo puštěno divákům

pouhých třicet minut, zatímco leželi ve skeneru fMRI. Digitalizovaná videa a zvuky byly dodávány prostřednictvím počítačového systému. Dobrovolníci byli požádáni, aby se neustále dívali na projekci filmu. Data odhalila vysokou korelaci mezi dějem filmu a aktivovanými oblastmi zodpovědnými za emoce, jazyk a různé druhy pohybů mozku, v nichž se nachází mimo jiné síť zrcadlových neuronů (Hasson et al., 2004).

V dalším experimentu dokázali stejní autoři, že jestliže diváci sledují film bez jasného scénáře, např. libovolný sled událostí v parku, neaktivují se u nich téměř žádné oblasti s vyskytujícími se zrcadlovými neurony, jako např. u filmu *Hodný, zlý a ošklivý*. Experiment ukazuje, že chce-li filmový režisér dosáhnout kontroly nad diváky, film musí mít jasnou stavbu a děj (Hasson et al., 2004).

Později tentýž vědecký tým zrealizoval další experiment. Jelikož většina filmů je složena z řady audiovizuálních podnětů, byly v experimentu prezentovány divákům vizuální filmy, bez řeči a hudby. Poté audiální prezentace knih. Výsledky odkazují na silnou specifickou aktivaci mozkových center a také na aktivaci zrcadlových neuronů vizuálních, či auditivních. Spíše je tedy zapotřebí pečlivá kombinace jednotlivých zvuků a záběrů do koherentního²⁴ celku (Hasson et al., 2008).

Vědce zajímalo, jak reaguje lidský mozek při pozorování realisticky vypadajících robotů a animovaných postav z filmů. Dle hypotézy Strašidelného údolí je zřejmé, že existují hranice mezi vytvořením humanoida a míra lidské náklonosti vůči němu. Tato hypotéza je platná i v animovaných filmech. Čím jsou animované postavy podobnější lidem, tím je náklonost vyšší (Saygin et al., 2012).

Autoři studie hypotézu Strašidelného údolí testovali pomocí fMRI na dvaceti dobrovolnících. Účastníci sledovali natočené lidské pohyby²⁵, pohyby robota²⁶ a aktroida²⁷. Všechny tři herecké subjekty byly ženského pohlaví, které prováděly jednoduché pohyby jako je úchop, zamávání, přikyvování atd. Výsledky odhalily, že lidský mozek výrazně vnímá nesoulad mezi vzhledem a pohybem. Při pohledu na aktroida se účastníkům aktivovala senzomotorická mozková kůra temenního laloku, kde byly také nalezeny zrcadlové neurony.

²⁴ Souvislý.

²⁵ Biologický vzhled a pohyb.

²⁶ Mechanický vzhled a pohyb.

²⁷ Biologický vzhled a mechanický pohyb.

Při pohledu na robota se zrcadlové neurony aktivovaly nejméně. Aktivace zrcadlových neuronů tedy funguje na bázi souladu či nesouladu mezi vzhledem a pohybem. Je tedy zřejmé, že mozek filmového diváka vyžaduje soulad mezi pohybem a vzhledem filmových postav, ať jsou animované či nikoliv (viz. obrázek č. 5) (Saygin et al., 2012).

5.4 Divadlo a scénické působení

Peter Brook, britský scénárista a režisér, se vyjádřil o teorii zrcadlových neuronů následujícím způsobem: „*Díky objevu zrcadlových neuronů začaly neurovědy chápat to, co ví divadlo odpradávná*“ (Císař, 2010).

Nejen děti, ale i dospělí jedinci vnímají intuitivně odrážení neboli zrcadlení svých emocí v blízké i širší společnosti. Scénické působení se tak stává dynamickým procesem a divadlo prostorem veškerého zrcadlení všech jejich emocí. Zrcadlové neurony napomáhají také improvizaci herců. Slova nemohou nikdy zcela reprodukovat obsah celé hry a jsou zde důležité také pohyby těla a výrazy tváře, které divákům blíže specifikují děj právě na podkladě pozorování a aktivaci zrcadlových neuronů. V divadle se odehrává veškerá sociální interakce, která se projeví v divadelní hře, ale i každodenním životě (Bauer, 2005).

Divadlo založilo svou vlastní existenci na sdílení pocitů a pohybů vlastního těla s diváky, k němuž i samotní diváci přispívají určitým způsobem. Diváci vnímají herce jako lidské médium, jež nese zprávu o něm samotném, a dostávají se hlouběji ke své duševní podstatě. Především pak amatérské divadlo se jeví jako médium, které podává pochopitelné sdělení o zakořenění a zakotvení v konkrétní realitě (Císař, 2010).

Herci čerpají z velké škály psychických a kognitivních procesů – paměti, představivosti, pozorování. To vše jim pomáhá k hlubokému empatickému vhledu do nitra osoby, kterou se mají na určitý čas stát. Tato emoční aktivita musí být kongruentní a zcela autentická ve své fyziologické, psychické a dokonce i neurologické složce, neboť je zapotřebí vyvolat empatickou reakci u pozorovatele, ať již je to kolega herec či divák (Levy et al., 2007).

Divadlo se tak stává nesčetnou podmnožinou interakcí, jež stimuluje zrcadlové neurony. Výměna mezi hercem a divákem může rezonovat pozitivně či negativně. Sdílení jakékoli zkušenosti publiku má sekundární funkci zrcadlení potvrzovat emoce u diváků. Na pódiu v divadle se jedná ve skutečnosti o mnoho vztahů (Levy et al., 2007).

Jednak vztah mezi hercem a publikem, dále hercem samotným a jeho novou rolí, hercem a jeho hereckými kolegy a hercem a režisérem. Pozoruhodný je zvláště vztah mezi hercem a jeho rolí, přičemž se jedná o vztah s virtuální neživou věcí. Herci mohou své zrcadlové neurony trénovat například pozorováním druhých jedinců a přemýšlením o jejich působení na sebe sama (Levy et al., 2007).

6 Aktivace zrcadlových neuronů u konzumního jedince

6.1 Neuromarketing

Vědecké poznatky v rámci neurověd se také používají za účelem pochopení chování spotřebitelů. Komerční podniky mají již dlouhodobý zájem dostat se doslova do hlavy zákazníků a partnerům v různém slova smyslu. Aktivace napodobujících simulačních sítí v mozku spotřebitelů poskytuje vodítka, jak diváci chápou např. televizní reklamy. Studie ukázaly, že aktivace motorických oblastí není pouze doménou vizuální složky, ale také auditivní. Toho se využívá např. ve výzkumech efektivity mluvího v nabízení produktů různého druhu (Müller & Turner, 2005).

Výzkum vizuo-motorických dovedností poukázal na zvětšení šedé mozkové kůry v okcipito-temporální oblasti, kde se dospělí jedinci naučili během tří měsíců tréninku žonglovat. Takové výzkumy vedou i ke zvýšení produkce spotřebitelského chování, jež popisují zajímavé účinky jednotlivých produktů a jejich využití. Jisté výrobky mohou využít metodik, které měří změny konstrukce mozku. Autoři to dokazují sloganem: „Věda pomáhá Vašemu mozku růst a vyvíjet se!“ Významnou roli v tom hraje také populární teorie zrcadlových neuronů, která může svými poznatky přispět k pochopení spotřebitelů (Perrachione T. & Perrachione J., 2008).

Autoři studie se ptali, jak jsou důležité obchodní značky pro spotřebitele a jak jsou jimi vnímány. V západní společnosti jsou často značky produktů vnímány jako velice důležité a určující sociální status jedince. Autory zajímalo, zda značky nesou podtext emocionální, sociální, či jiný, a které mozkové struktury se podílejí na jejich hodnocení (Santos et al., 2012).

Výzkumu se účastnilo celkem šest žen a šest mužů, bez neurologických a psychiatrických obtíží. Autoři prezentovali celkem sto šedesát obrázků obchodních značek a log bez jakéhokoli emocionálního podtextu. Každou značku či logo měli účastníci za úkol zhodnotit, vybírali ze slov – neznámé, lhostejné, pozitivní a negativní. Účastníci přitom byli pod skenerem funkční magnetické rezonance. Byla prokázána aktivace amygdaly, insuly a střední část prefrontálního kortexu (Santos et al., 2012).

Autoři zaznamenali aktivaci zrcadlových neuronů v Brocově oblasti při hodnocení značek a log. Autoři předpokládají, že značky jsou symboly, jejichž pomocí spotřebitelův mozek

dekóduje emoce či napodobování a zároveň tak naplňují značnou část sociálního statusu (Santos et al., 2012).

Výzkumy potvrdily, že usmívající se prodavači, či lidé nabízející určité druhy služeb, mají významně větší úspěch, než jedinci, kteří se neusmívají. Byla provedena studie, ve které dvaapadesát dobrovolníků imaginovalo, jak vejdou do cestovní kanceláře, kde jednájí s lidmi s úsměvem a bez úsměvu. Většina dobrovolníků si samozřejmě v imaginované situaci zakoupila nabízené produkty od usmívajících se prodavačů (Lindström, 2009).

Usměvavá tvář evokuje u spotřebitelů pocity radosti a štěstí, přičemž mají poté mnohem kladnější přístup k vyřizování veškerých záležitostí. Autoři to připisují zásluze zrcadlových neuronů, které pozitivně ovlivňují rozhodování o koupi. Síť zrcadlových neuronů však působí ve spojení s chemickou látkou dopaminem, který ovlivňuje pocit radosti a štěstí (Lindström, 2009).

6.2 Média

Jednou z významných změn našeho sociálního prostředí dvacátého a jednadvacátého století bylo nasycení kultury masmédií. Již od roku 1960 se hromadí důkazy o nepříznivém vlivu pozorování dětí a mládeže filmů či seriálů s násilnou tematikou (Van Evra, 2004).

Násilí na obrazovkách se však rozšířilo také do videoher, mobilních telefonů a do prostředí internetu. Stejně jako vyrůstat v reálném prostředí plném násilí zvyšuje riziko napodobování, tak také studie prokázaly, že pouhé pozorování násilí ve filmech či seriálech vzbuzuje u dětí a mládeže agresivnější tendence. Studie se víceméně shodují, že jestliže se dětem či mládeži pustí film, seriál, či videohra, kde se objevují násilné scény, mají ihned poté větší sklon chovat se fyzicky agresivněji k ostatním jedincům, než když pozorují film bez násilné tematiky (Scherry, 2001, Bushman & Anderson, 2002, Williams & Scoric, 2005)

Studie, která zkoumala, co se děje v mozku dětí, které sledují filmy s násilím, zjistila, že se dětem aktivovala značná část zrcadlových neuronů. Stejně jako aktivace mozkových oblastí, které jsou zodpovědné za agresivní jednání jedinců. Tím se zvyšuje pravděpodobnost pozdějšího násilného a agresivního chování u dětí a mládeže (Huesmann, 2007).

7 Aplikace teorie zrcadlových neuronů ve sportu

Výzkumníci propagují integraci různých teoretických přístupů, jež by mohly být prospěšné pro sportovní psychologii. Studie dokázaly, že u sportovců, kteří si představují sportovní výkony sebe i druhých, se aktivují motorické zrcadlové neurony zcela stejně, jako když vykonávají pohyb ve skutečnosti. Sportovci využívají zrcadlového systému k předvídání pohybových akcí soupeřů, či spoluhráčů (Holmes & Calmels, 2008).

Systém zrcadlových neuronů se tedy v podstatě stává predikcí pohybu, která slouží k uvědomění si pohybových možností, což nese velký význam pro sportovní interakci a opatření ve hře. K dalšímu využití zrcadlového systému u sportovců patří sportovní rehabilitace. Sportovci mohou opakovaným sledováním rozmanité sekvence sportovních videí obnovit kortikální strukturální změny v mozku, reorganizovat nebo posílit stavbu mozku (Holmes & Calmels, 2008).

Simulace pohybu na základě imaginace či pozorování využívají i sportovci, kteří dělají vrcholové sporty a účastní se soutěží a olympiády. Elitní sportovci extrahují důležité stimulační informace dříve než nováčci, kteří se sportem začínají. Celkové výsledky studií ukazují, že elitní sportovci mají lepší predikční schopnosti, kvůli kterým vynikají ve svém oboru. I několikahodinovou imaginací každý den zvyšují přesnost provedení pohybu, rychlost v očekávání a rozhodování (Yarrow, Brown & Krakauer, 2009).

Byla také prokázána aktivace zrcadlových neuronů při pozorování např. zápasu tenisu v televizi u diváků, kteří jej pozorovali. Čím více divák tenisovému zápasu rozumí, nebo jej sám hraje či hrál, tím aktivnější jsou jeho motorická centra a systém zrcadlových neuronů (Wright & Jackson, 2007).

Volker Finke vnesl zajímavý poznatek intuitivního vyladění se na protihráče i spoluhráče při týmových sportech. Například u fotbalu je pozoruhodné, že některé fotbalové týmy, které nemají v družstvu hráče známé po celém světě svou profesionalitou, jsou přesto schopny zvítězit i nad silnějšími týmy. Teorie zrcadlových neuronů nabízí uspokojivé vysvětlení. Hráči, kteří odražejí přesné pohyby spoluhráče, vykazují schopnosti lépe intuitivně předvídat pohyby spoluhráčů, ale také protihráčů. Dokáží být ve správný čas na správném místě a fotbalový míč zachytit. Profesionální, ale i neprofesionální hráči fotbalu využívají intuitivního ladění ke zmatení protihráče (Bauer, 2005).

8 Diskuse

Teorie zrcadlových neuronů je považována za nejmladší z dlouhé řady motorických teorií. Zdá se, že vychází z pevně stanovených teoretických základů a soudě dle četnosti výskytu publikací ve významných periodikách je jedním z nejaktuálnějších výzkumných témat neurovědy. Existuje široký rozsah schopností, která teorie interpretuje. Dále také vysvětlení psychických i neurologických poruch, jež jsou dané teorii připisovány, včetně vybraných témat, kterými se zabývá bakalářská práce, to je také altruismus, morální usuzování, sociální smrt, memetika, aplikace teorie ve vzdělávání dětí i dospělých a mnohé další.

Ačkoliv bylo realizováno mnoho výzkumů potvrzujících teorii zrcadlových neuronů, vyskytují se také kritické pohledy neurovědců, psychologů, sociologů, filozofů a dalších badatelů objevujících poznání lidského mozku a duše. Kritické teorie nazývají pejorativně zrcadlové neurony jako „zázračné neurony“. Někteří však vyzdvihují názory, ve kterých spekulují o existenci zrcadlových neuronů a tvrdí, že zcela jistě nejsou příčinou stvoření civilizace a nemohou vysvětlit veškeré sociální chování, jak se někteří příznivci teorie domnívají. Zatím však nikdo teorii zrcadlových neuronů spolehlivě nevyvrátil.

Je důležité brát zřetel na zobrazovací metody, které se využívají v realizaci výzkumů zrcadlových neuronů, nemohou být zcela stoprocentní a přesvědčivé. Z etického hlediska není možné zavést lidem elektrody do mozku, tak jak byly zavedeny makakům při objevení zrcadlových neuronů. U lidí se využívá neinvazivních zobrazovacích metod a technik, např. EEG, MEG, fMRI, které jsou však méně přesné. K tomu se upínají kritici teorie a popírají existenci zrcadlových neuronů v mozku člověka.

Je také na místě vzít v úvahu, že aktivace zrcadlových neuronů, která vede k určitému chování či prožívání, je spojena s mnoha vnitřními (fungování jednotlivých soustav organismu) a vnějšími (sociální prostředí) faktory. Stává se nepravděpodobným, že vysvětlení určitého chování jedince lze interpretovat pouze aktivitou zrcadlových neuronů. V úvahu se musí brát celý kontext.

Práce uvádí celosvětové výzkumy zaměřující se na potvrzení teorie existence zrcadlových neuronů. Snahou práce je vybírat relevantní zdroje a poukázat tak na široké pole působení dané teorie. Výklad cizojazyčných zdrojů může být zatížen subjektivní interpretací textu. Teorie zrcadlových neuronů je však přínosná mnoha oblastem a poskytuje mnohá vysvětlení, převážně

pak psychickým fenoménům. Lze spatřovat velké potenciální možnosti výzkumů v méně probádaných oblastech, jako je například využití v kriminalistice při usvědčování pachatelů či možnosti terapie pacientů s různými druhy psychického a neurologického onemocnění.

II. Shrnutí a závěr

Bakalářská práce vznikla v důsledku zájmu o novodobé poznatky teorie zrcadlových neuronů a její aplikace na široké pole oblastí využívajících výzkumů této teorie. Je souhrnnou prací vybraných témat zmiňujících prvopočátky teorie a současných výzkumných trendů, jež zasahují do oblastí psychologických, medicínských, neurologických, sociálních a bezpochyby také kulturních. Vzhledem k tomu, že se česká literatura zabývá tematikou teorie zrcadlových neuronů převážně okrajově, je snahou práce rozšířit čtenáři základní poznatky a představit mu rozlehlou škálu působnosti dané teorie a jejího využití. Práce by mohla sloužit čtenáři jako podnět k prohloubení jeho zájmu o tematiku teorie zrcadlových neuronů, která je stále se vyvíjející a zcela neprobádanou oblastí.

III. Reference

Anwar, M. N., Tomi, N., & Ito, K. (2011). Motor imagery facilitates force field learning. *Brain research*, 1395, 21–29. Získáno 5. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21555118>

Bauer, J. (2005). *Warum ich fühle, was du fühlst: intuitive Kommunikation und das Geheimnis der Spiegelneurone*. Mnichov: Heyne. ISBN: 978-3-453-61501-4

Bentall, R. P., Rowse, G., Shryane, N., Kinderman, P., Howard, R., Blackwood, N., Corcoran, R. (2009). The cognitive and affective structure of paranoid delusions: a transdiagnostic investigation of patients with schizophrenia spectrum disorders and depression. *Archives of General Psychiatry*, 66(3), 236–247. Získáno 4. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19255373>

Berger, S. (13. března 2014). What is the supramarginal gyrus? *WiseGeek*. Získáno z <http://www.wisegeek.com/what-is-the-supramarginal-gyrus.htm>

Blakemore, S.-J., Bristow, D., Bird, G., Frith, C., & Ward, J. (2005). Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision–touch synaesthesia. *Brain*, 128(7), 1571–1583. Získáno 5. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15817510>

Bowlby, J. (2010). *Vazba: teorie kvality raných vztahů mezi matkou a dítětem*. Praha: Portál. ISBN: 978-80-7367-670-4

Brown, S., Martinez, M.J. & Parsons, L. M. (2006). The Neural Basis of Human Dance. *Cerebral Cortex* 16(8), 1157–1167. Získáno 3. března 2014 z <http://cercor.oxfordjournals.org/content/16/8/1157.full>

Brugger, P. (2005). From mirror neurons to mirror hallucinations: Gaps in our current understanding of autoscopic phenomena. *Acta Neuropsychologica*, 3, 190–201. Získáno 5. ledna 2014 z http://www.neurologie.usz.ch/Documents/LehreUndForschung/Neuropsychologie/5_2_1_BruggerActaNeuropsychol.pdf

Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., Freund, H.-J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European journal of neuroscience*, 13(2), 400–404. Získáno 13. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11168545>

Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F., Rizzolatti, G. (2004). Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: An fMRI study. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(1), 114–126. Získáno 25. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15006041>

Buccino, G., Riggio, L., Melli, G., Binkofski, F., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2005). Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: a combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 355–363. Získáno 23. prosince 2013 z <http://www.unipr.it/arpa/mirror/pubs/pdf/Buccino%20et%20al%202005.pdf>

Bushman, B. J., & Anderson, C. A. (2002). Violent video games and hostile expectations: A test of the general aggression model. *Personality and social psychology bulletin*, 28(12), 1679–1686. Získáno 6. ledna 2014 z <http://www.psychology.iastate.edu/faculty/caa/abstracts/2000-2004/02BApspb.pdf>

Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M. C., Mazziotta, J. C., & Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: a relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 100(9), 5497–5502. Získáno 14. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12682281>

Carter, R. (2010). *Lidský mozek*. Praha: Knížní klub. ISBN: 978-80-242-2669-9

Cela-Conde, C. J., Marty, G., Maestú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A. Quesney, F. (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(16), 6321–6325. Získáno 16. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC395967/>

Císař, J. (2010). Smysl amatérského divadla. In *Tradice českého ochotnického divadla a amatérské divadlo dneška*. Presented at the Tradice českého ochotnického divadla a amatérské divadlo dneška., Miletín, Hronov: Muzeum českého amatérského divadla.

Cooper, N. R., Puzzo, I., Pawley, A. D., Bowes-Mulligan, R. A., Kirkpatrick, E. V., Antoniou, P. A., & Kennett, S. (2012). Bridging a yawning chasm: EEG investigations into the debate concerning the role of the human mirror neuron system in contagious yawning. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 12(2), 393–405. Získáno 28. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22198677>

Cross, E. S., Hamilton, A. F. de C., & Grafton, S. T. (2006). Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. *Neuroimage*, 31(3), 1257–1267. Získáno 2. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16530429>

De Vignemont, F., & Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *Trends in cognitive sciences*, 10(10), 435–441. Získáno 28. února 2014 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661306002154>

Di Dio, C., Macaluso, E., & Rizzolatti, G. (2007). The golden beauty: brain response to classical and renaissance sculptures. *PLoS One*, 2(11), e1201. Získáno 3. ledna 2014 z <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001201>

Dosedlová, J. (2012). *Terapie tancem: Role tance v dějinách lidstva a v současné psychoterapii*. Praha: Grada. ISBN: 978-80-247-3711

Enticott, P. G., Hoy, K. E., Herring, S. E., Johnston, P. J., Daskalakis, Z. J., & Fitzgerald, P. B. (2008). Reduced motor facilitation during action observation in schizophrenia: A mirror neuron deficit? *Schizophrenia research*, 102(1), 116–121. Získáno 15. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18485674>

Ertelt, D., Small, S., Solodkin, A., Dettmers, C., McNamara, A., Binkofski, F., & Buccino, G. (2007). Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage*, 36, T164–T173. Získáno 14. prosince 2013 z <https://www.jsmf.org/meetings/2008/may/Ertelt2007.pdf>

Fabbri-Destro, M., & Rizzolatti, G. (2008). Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology*, 23(3), 171–179. Získáno 21. prosince 2013 z <http://physiologyonline.physiology.org/content/23/3/171>

Ferrari, P.F., Gallese, V., Rizzolatti, G., & Fogassi, L. (2003). Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 17(8), 1703–1714. Získáno 11. ledna z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12752388>

Ferrari, P. F., Visalberghi, E., Paukner, A., Fogassi, L., Ruggiero, A., & Suomi, S. J. (2006). Neonatal imitation in rhesus macaques. *PLoS biology*, 4(9), e302. Získáno 28. prosince z <http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0040302>

- Ferrari, P. F., Vanderwert, R., Herman, K., Paukner, A., Fox, N. A., & Suomi, S. J. (2008). EEG activity in response to facial gestures in 1–7 days old infant rhesus macaques. In *Society for Neuroscience Abstracts* (Vol. 297, p. 13).
- Fogassi, L., Ferrari, P. F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F., & Rizzolatti, G. (2005). Parietal lobe: from action organization to intention understanding. *Science*, *308*(5722), 662–667. Získáno 17. listopadu z <http://www.unipr.it/arpa/mirror/pubs/pdf/Fogassi-Ferrari2005.pdf>
- Fonagy, P., Gergely, G., & Jurist, E. L. (2002). *Affect regulation, mentalization and the development of the self*. New York: Other Press. ISBN: 1780496117
- Franceschini, M., Agosti, M., Cantagallo, A., Sale, P., Mancuso, M., & Buccino, G. (2010). Mirror neurons: action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, *46*(4), 517–523. Získáno 8. ledna z <https://chibibrastar.files.wordpress.com/2012/04/mirror-neurons-action-observation-treatment-as-a-tool-in-stroke-rehabilitationf.pdf>
- Frith, U., & Happé, F. (1994). Autism: Beyond “theory of mind”. *Cognition*, *50*(1), 115–132. Získáno 30. listopadu 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8039356>
- Gallese, V., & Freedberg, D. (2007). Mirror and canonical neurons are crucial elements in esthetic response. *Trends in cognitive sciences*, *11*(10), 411. Získáno 15. ledna 2014 z <http://www.columbia.edu/cu/arhistory/faculty/Freedberg/Gallese-Freedberg-response.pdf>
- Gallese, V., Eagle, M. N., & Migone, P. (2007). Intentional attunement: Mirror neurons and the neural underpinnings of interpersonal relations. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, *55*(1), 131–175. Získáno 2. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17432495>
- Glaser, D. E., Calvo-Merino, B., Grezes, J., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2004). Seeing and doing: effect of visual vs. motor familiarity studied with fmri in expert dancers. In *Washington, DC: Society for Neuroscience. Abstract*.
- Goldman, A. I., & Sripada, C. S. (2005). Simulationist models of face-based emotion recognition. *Cognition*, *94*(3), 193–213. Získáno 13. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15617671>
- Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Snyder, J., & Tager-Flusberg, H. (2006). Anatomical differences in the mirror neuron system and social cognition network in autism.

Cerebral cortex, 16(9), 1276–1282. Získáno 3. ledna z
<http://cercor.oxfordjournals.org/content/16/9/1276.abstract?etoc>

Haker, H., & Rössler, W. (2009). Empathy in schizophrenia: impaired resonance. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 259(6), 352–361. Získáno 12. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19377866>

Hanling, S. R., Wallace, S. C., Hollenbeck, K. J., Belnap, B. D., & Tulis, M. R. (2010). Pre-amputation mirror therapy may prevent development of phantom limb pain: a case series. *Anesthesia & Analgesia*, 110(2), 611–614. Získáno 16. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19917622>

Hartl, P., & Hartlová, H. (2009). *Psychologický slovník*. Praha: Portál. ISBN: 978-80-7367-569-1

Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Schroeder, U., Boecker, H., & Ceballos-Baumann, A. O. (2005). Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of cognitive neuroscience*, 17(2), 282–293. Získáno 23. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15811240>

Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G., & Malach, R. (2004). Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *Science*, 303(5664), 1634–1640. Získáno 15. února z <https://www.sciencemag.org/content/303/5664/1634.full>

Hasson, U., Yang, E., Vallines, I., Heeger, D. J., & Rubin, N. (2008). A hierarchy of temporal receptive windows in human cortex. *The Journal of Neuroscience*, 28(10), 2539–2550. Získáno 26. prosince 2013 z <http://www.jneurosci.org/content/28/10/2539.abstract>

Hauk, O., Johnsrude, I., & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41(2), 301–307.

Heaton, P., & Allen, R. (2009). „With concord of sweet sounds...“: new perspectives on the diversity of musical experience in autism and other neurodevelopmental conditions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 318–325. Získáno 3. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19673800>

Hebert, S., Racette, A., Gagnon, L., & Peretz, I. (2003). Revisiting the dissociation between singing and speaking in expressive aphasia. *Brain*, 126(8), 1838–1850. Získáno 19. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12821526>

Hendelman, W. (2005). *Atlas of Functional Neuroanatomy, Second Edition*. Taylor & Francis. Získáno 21. prosince 2013 z <http://books.google.cz/books?id=yvpYscrepLgC>

Heyes, C. (2010). Where do mirror neurons come from? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(4), 575–583. Získáno 6. ledna z <http://www.all-souls.ox.ac.uk/users/heyesc/Celia's%20pdfs/1%202010%20Heyes%20NBR.pdf>

Holmes, P., & Calmels, C. (2008). A neuroscientific review of imagery and observation use in sport. *Journal of Motor Behavior*, 40(5), 433–445. Získáno 4. prosince z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18782718>

Huesmann, L. R. (2007). The impact of electronic media violence: Scientific theory and research. *Journal of Adolescent Health*, 41(6), S6–S13. Získáno 19. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2704015/>

Chan, B. L., Witt, R., Charrow, A. P., Magee, A., Howard, R., Pasquina, P. F., Tsao, J. W. (2007). Mirror therapy for phantom limb pain. *New England Journal of Medicine*, 357(21), 2206–2207. Získáno 18. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3468806>

Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception–behavior link and social interaction. *Journal of personality and social psychology*, 76(6), 893. Získáno 16. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10402679>

Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS biology*, 3(3), e79. Získáno 30. prosince z <http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0030079>

Kern, P., & Aldridge, D. (2006). Using embedded music therapy interventions to support outdoor play of young children with autism in an inclusive community-based child care program. *Journal of Music Therapy*, 43(4), 270–294. Získáno 27. prosince z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17348756>

Keysers, C., Kohler, E., Umiltà, M. A., Nanetti, L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2003). Audiovisual mirror neurons and action recognition. *Experimental brain research*, 153(4), 628–636. Získáno 12. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12937876>

Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: a parametric fMRI study. *Brain and cognition*, 69(2), 306–315. Získáno 3. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12937876>

Kohler, E., Keysers, C., Umiltà, M. A., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*, 297(5582), 846–848. Získáno 15. ledna 2014 z <http://www.sciencemag.org/content/297/5582/846.full>

Koukolík, F. (2005). *Mozek a jeho duše*. Praha: Galén. ISBN: 9788072623143

Koukolík, F. (2007). *Proč se Dostojevskij mýlil?* Praha: Galén. ISBN: 8072624829

Levy, F., Nersessian, E., Brown, B., Gallese, V., Grifasi, J., Landy, R., Vasiliades, T. (25. dubna 2007). Acting and Mirror Neurons. Získáno 2. března 2014 z <http://www.youtube.com/watch?v=loB-Lg0X1qo>

Lindström, M. (2009). *Nákupologie: pravda a lži o tom, proč nakupujeme*. Praha: Computer Press. ISBN: 9788025123966

Longcamp, M., Anton, J.-L., Roth, M., & Velay, J.-L. (2005). Premotor activations in response to visually presented single letters depend on the hand used to write: a study on left-handers. *Neuropsychologia*, 43(12), 1801–1809. Získáno 21. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16154456>

Margariti, A., Ktonas, P., Hondraki, P., Daskalopoulou, E., Kyriakopoulos, G., Economou, N.-T., Vaslamatzis, G. (2012). An application of the Primitive Expression form of dance therapy in a psychiatric population. *The Arts in Psychotherapy*, 39(2), 95–101. Získáno 18. prosince 2013 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197455612000020>

McCormick, L. M., Brumm, M. C., Beadle, J. N., Paradiso, S., Yamada, T., & Andreasen, N. (2012). Mirror neuron function, psychosis, and empathy in schizophrenia. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 201(3), 233–239. doi:10.1016/j.psychresns.2012.01.004

Mensah, G. A. (2004). *The atlas of heart disease and stroke*. World Health Organization. Získáno 25. ledna z <http://apps.who.int/bookorders/MDIbookPDF/Book/11500601.pdf>

Michielsen, M. E., Selles, R. W., Van der Geest, J. N., Eckhardt, M., Yavuzer, G., Stam, H. J., Bussmann, J. B. (2011). Motor Recovery and Cortical Reorganization After Mirror Therapy in Chronic Stroke Patients A Phase II Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(3), 223–233. Získáno 18. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21051765>

Molnar-Szakacs, I., Wu, A. D., Robles, F. J., & Iacoboni, M. (2007). Do you see what I mean? Corticospinal excitability during observation of culture-specific gestures. *PLoS One*, 2(7), e626. Získáno 3. ledna 2014 z <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0000626>

Müller, R., & Turner, J. R. (2005). The impact of principal–agent relationship and contract type on communication between project owner and manager. *International Journal of Project Management*, 23(5), 398–403. Získáno 15. února 2014 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786305000347>

Murata, A., Gallese, V., Luppino, G., Kaseda, M., & Sakata, H. (2000). Selectivity for the shape, size, and orientation of objects for grasping in neurons of monkey parietal area AIP. *Journal of neurophysiology*, 83(5), 2580–2601. Získáno 30. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10805659>

Myowa, M. (1996). Imitation of facial gestures by an infant chimpanzee. *Primates*, 37(2), 207–213. Získáno 23. března 2014 z http://www.researchgate.net/publication/225107327_Imitation_of_facial_gestures_by_an_infant_chimpanzee

Nelissen, K., Luppino, G., Vanduffel, W., Rizzolatti, G., & Orban, G. A. (2005). Observing others: multiple action representation in the frontal lobe. *Science*, 310(5746), 332–336. Získáno 21. ledna 2014 z <http://www.sciencemag.org/content/310/5746/332.full>

Newman-Norlund, R. D., Van Schie, H. T., Van Zuijlen, A. M., & Bekkering, H. (2007). The mirror neuron system is more active during complementary compared with imitative action. *Nature neuroscience*, 10(7). Získáno 3. února 2014 z <http://www.nature.com/neuro/journal/v10/n7/abs/nn1911.html>

Nishitani, N., Avikainen, S., & Hari, R. (2004). Abnormal imitation-related cortical activation sequences in Asperger's syndrome. *Annals of neurology*, 55(4), 558–562. Získáno 1. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15048895>

Pascalis, O., & Kelly, D. J. (2009). The origins of face processing in humans: Phylogeny and ontogeny. *Perspectives on Psychological Science*, 4(2), 200–209. Získáno 25. ledna 2014 z [http://pure.rhul.ac.uk/portal/en/publications/the-origins-of-face-processing-in-humans-phylogeny-and-ontogeny\(739ce4d3-a919-4cd4-bfa5-bce442982bd1\)](http://pure.rhul.ac.uk/portal/en/publications/the-origins-of-face-processing-in-humans-phylogeny-and-ontogeny(739ce4d3-a919-4cd4-bfa5-bce442982bd1))

Pazzaglia, M., Smania, N., Corato, E., & Aglioti, S. M. (2008). Neural underpinnings of gesture discrimination in patients with limb apraxia. *The Journal of Neuroscience*, 28(12), 3030–3041. Získáno 23. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18354006>

Perra, O., Williams, J. H., Whiten, A., Fraser, L., Benzie, H., & Perrett, D. I. (2008). Imitation and “theory of mind” competencies in discrimination of autism from other neurodevelopmental disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2(3), 456–468. Získáno 9. ledna 2014 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946707000736>

Perrachione, T. K., & Perrachione, J. R. (2008). Brains and brands: developing mutually informative research in neuroscience and marketing. *Journal of Consumer Behaviour*, 7(4-5), 303–318. Získáno 21. prosince 2013 z http://people.bu.edu/tkp/Perrachione_Perrachione_2008_J_Consumer_Behaviour.pdf

Prizant, B. M., & Wetherby, A. M. (1993). Communication in preschool autistic children. In *Preschool issues in autism* (pp. 95–128). Springer. ISBN: 148-99-2443-4

Racette, A., Bard, C., & Peretz, I. (2006). Making non-fluent aphasics speak: sing along! *Brain*, 129(10), 2571–2584. Získáno 5. ledna 2014 z <http://brain.oxfordjournals.org/content/129/10/2571.abstract>

Ramachandran, V. S. (2013). *Mozek a jeho tajemství*. Praha: Dybbuk. ISBN: 978-80-7438-080-8

Rives, K. A. (2008). *Facial Expression Recognition, Social Competence, and Adjustment in People with Moebius Syndrome*. San Francisco State University.

Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 169–192. Získáno 1. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15217330>

Rugi, G. (2004). Empathy and intersubjectivity in group psychotherapy. Pain sharing and mirror neurons. *Funzione Gamma, scientific online magazine University*

“*Sapienza*” of Rome., (426). Získáno 23. února 2014 z <http://www.funzionegamma.it/wp-content/uploads/empathy-inter.pdf>

Santos, J. P., Seixas, D., Brandão, S., & Moutinho, L. (2012). Neuroscience in branding: A functional magnetic resonance imaging study on brands’ implicit and explicit impressions. *Journal of Brand Management*, 19(9), 735–757. Získáno 5. ledna 2014 z <http://connection.ebscohost.com/c/articles/78547182/neuroscience-branding-functional-magnetic-resonance-imaging-study-brands-implicit-explicit-impressions>

Saygin, A. P., Chaminade, T., Ishiguro, H., Driver, J., & Frith, C. (2012). The thing that should not be: predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(4), 413–422. Získáno 7. prosince 2013 z <http://connection.ebscohost.com/c/articles/74197005/thing-that-should-not-be-predictive-coding-uncanny-valley-perceiving-human-humanoid-robot-actions>

Sherry, J. L. (2001). The effects of violent video games on aggression. *Human communication research*, 27(3), 409–431. Získáno 2. března 2014 z <http://www.icagames.comm.msu.edu/vgma.pdf>

Schlaug, G., Marchina, S., & Norton, A. (2008). From singing to speaking: why singing may lead to recovery of expressive language function in patients with Broca’s aphasia. *Music perception*, 25(4), 315. Získáno 30. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3010734/>

Schlaug, G., Marchina, S., & Norton, A. (2009). Evidence for Plasticity in White-Matter Tracts of Patients with Chronic Broca’s Aphasia Undergoing Intense Intonation-based Speech Therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 385–394. Získáno 18. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19673813>

Schürmann, M., Järveläinen, J., Avikainen, S., Cannon, T. D., Lönnqvist, J., Huttunen, M., & Hari, R. (2007). Manifest disease and motor cortex reactivity in twins discordant for schizophrenia. *The British Journal of Psychiatry*, 191(2), 178–179. Získáno 2. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17666504>

Sigman, M., & Ruskin, E. (1999). Change and continuity in the social competence of children with Autism, Down syndrome, and developmental delays. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. Získáno 17. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10412222>

Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303(5661), 1157–1162. Získáno 3. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14976305>

Skipper, J. I., Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H. C., & Small, S. L. (2007). Speech-associated gestures, Broca's area, and the human mirror system. *Brain and language*, 101(3), 260–277. Získáno 17. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2703472/>

Skočovský, K. (2004). O těhotenství tatíneků. *Psychologie Dnes*, 10(12), 22-23. ISBN 12129607

Small, S. L. (2009). A Biological basis for Aphasia Treatment: Mirror Neurons and Observation-Execution Matching. *Poznaň Studies in Contemporary Linguistics*, 45(2), 313–326. Získáno 29. ledna 2014 z <http://versita.metapress.com/content/32k0u6021u11367r/>

Sommerville, J. A., Woodward, A. L., & Needham, A. (2005). Action experience alters 3-month-old infants' perception of others' actions. *Cognition*, 96(1), B1–B11. Získáno 2. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15833301>

Stevens, C., Winskel, H., Howell, C., Vidal, L.-M., Latimer, C., & Milne-Home, J. (2010). Perceiving dance: schematic expectations guide experts' scanning of a contemporary dance film. *Journal of Dance Medicine & Science*, 14(1). Získáno 21. února 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20214851>

Thorová, K. (2006). *Poruchy autistického spektra: dětský autismus : atypický autismus : Aspergerův syndrom : dezintegrační porucha*. Praha: Portál. ISBN: 80-7367-091-7

Torres, N., & Hinshelwood, R. D. (2013). *Bion's Sources: The Shaping of His Paradigms*. Routledge. Získáno 2. února 2014 z <http://books.google.cz/books?id=dE0XZPkc7iwC>

Trifonova, T. (2014). Neurocinematics: Reading the Brain/Film through Film/Brain. In *Film-Philosophy Conference 2014: A World of Cinemas*.

Trojan, S., & Pokorný, J. (1999). Theoretical aspects of neuroplasticity. *Physiological research*, 48, 87–98. Získáno 16. března 2014 z http://www.biomed.cas.cz/physiolres/pdf/48/48_87.pdf

Umiltà, M. A., Kohler, E., Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., Keysers, C., & Rizzolatti, G. (2001). I know what you are doing: a neurophysiological study. *Neuron*, 31(1), 155–165. Získáno 21. března 2014 z

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11498058>

Urban, A., Masopust, J. (2004) Münchhausenův syndrom. *Psychiatr pro Praxi*. 5(2), 63. Získáno 15. ledna z <http://www.solen.cz/pdfs/psy/2004/02/04.pdf>

Van Evra, J. (2004). *Television and child development*. Routledge. Získáno 3. prosince 2013 z

http://books.google.cz/books/about/Television_and_Child_Development.html?id=UNPUEdRZizsC&redir_esc=y

Vanvuchelen, M., Roeyers, H., & De Weerd, W. (2007). Nature of motor imitation problems in school-aged boys with autism A motor or a cognitive problem? *Autism*, 11(3), 225–240. Získáno 1. ledna 2014 z

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17478576>

Verzijl, H. T., Van der Zwaag, B., Cruysberg, J. R., & Padberg, G. W. (2003). Möbius syndrome redefined A syndrome of rhombencephalic maldevelopment. *Neurology*, 61(3), 327–333. Získáno 12. února 2014 z

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12913192>

Watkins, K. E., Strafella, A. P., & Paus, T. (2003). Seeing and hearing speech excites the motor system involved in speech production. *Neuropsychologia*, 41(8), 989–994. Získáno 3. ledna 2014 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12667534>

Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of Us Disgusted in My Insula: The Common Neural Basis of Seeing and Feeling Disgust. *Neuron*, 40(3), 655–664. Získáno 3. prosince 2014 z

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14642287>

Wigram, A. L. (2002). Indications in Music Therapy: Evidence from assessment that can identify the expectations of music therapy as a treatment for Autistic Spectrum Disorder (ASD): Meeting the challenge of Evidence Based Practice. *British Journal of Music Therapy*, 16(1), 11–28. Získáno 19. prosince 2013 z

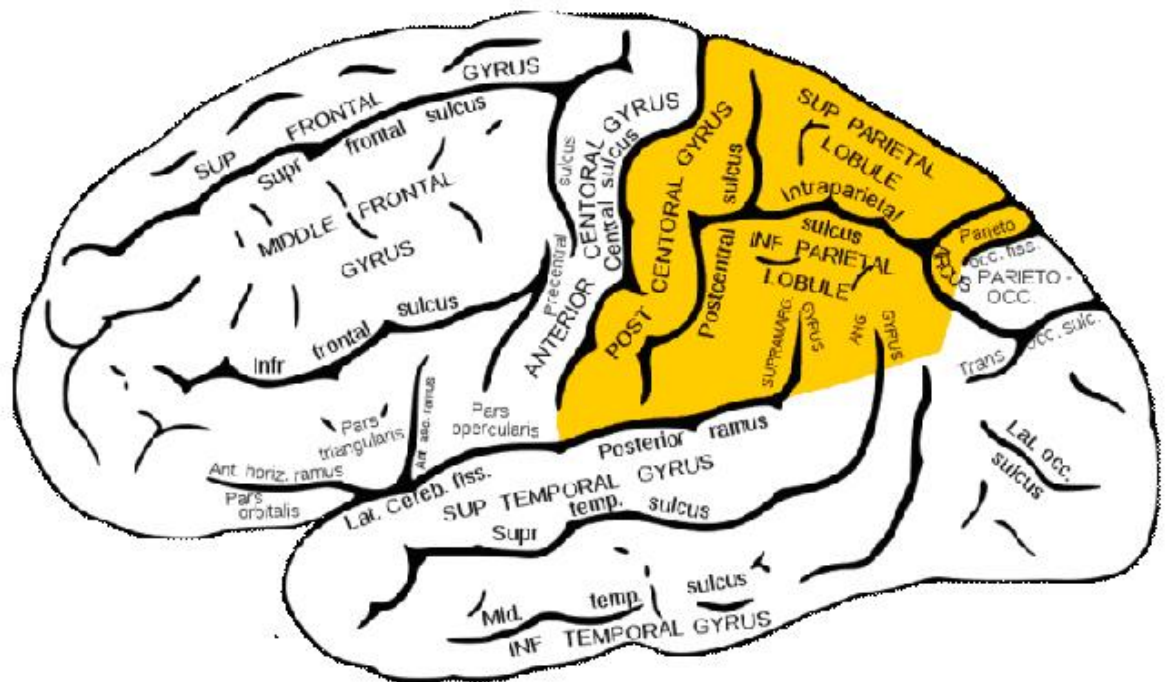
<http://www.musictherapy.ca/documents/confproc/2002/Tony%20Wigram%20-Indications%20in%20Music%20Therapy.pdf>

Williams, D., & Skoric, M. (2005). Internet fantasy violence: A test of aggression in an online game. *Communication monographs*, 72(2), 217–233. Získáno 25. prosince 2013 z <http://dmitriwilliams.com/CMWilliamsSkoric.pdf>

Wright, M. J., & Jackson, R. C. (2007). Brain regions concerned with perceptual skills in tennis: An fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 63(2), 214–220. Získáno 2. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16797757>

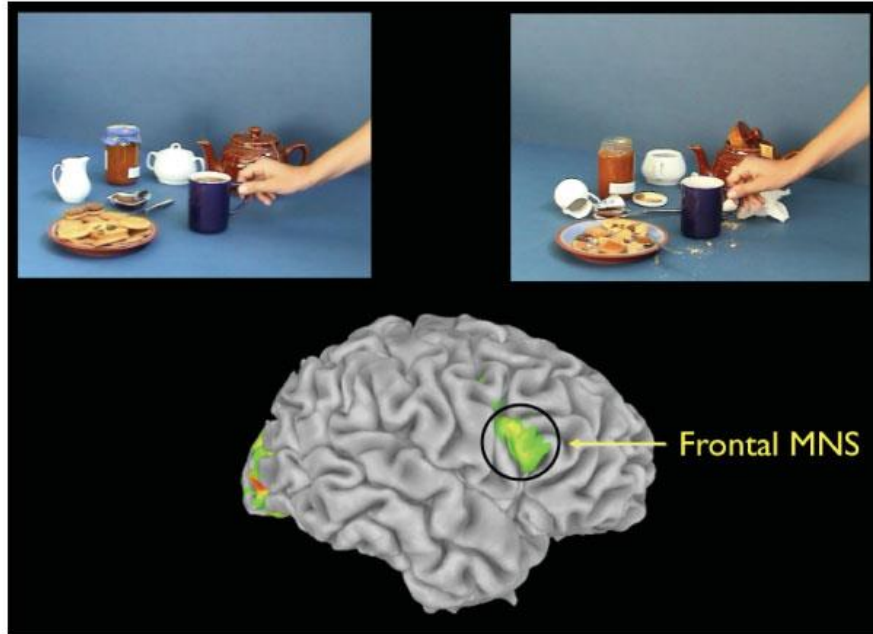
Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J. W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 585–596. Získáno 26. prosince 2013 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19571792>

IV. Přílohy



Obrázek č. 1: Ve žlutě označených oblastech potvrdily výzkumy výskyt zrcadlových neuronů.

Převzato z <http://blog.targethealth.com/?p=18676>

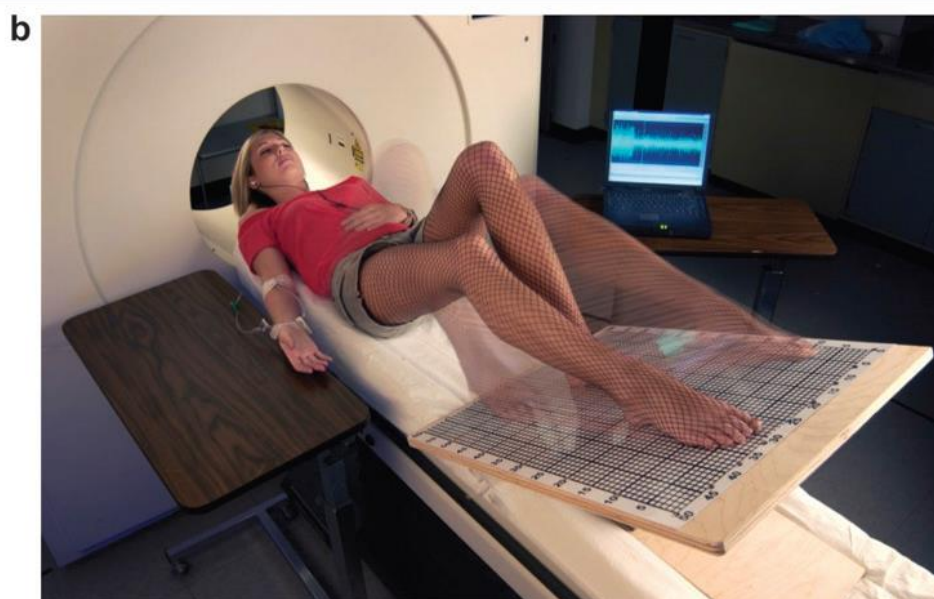
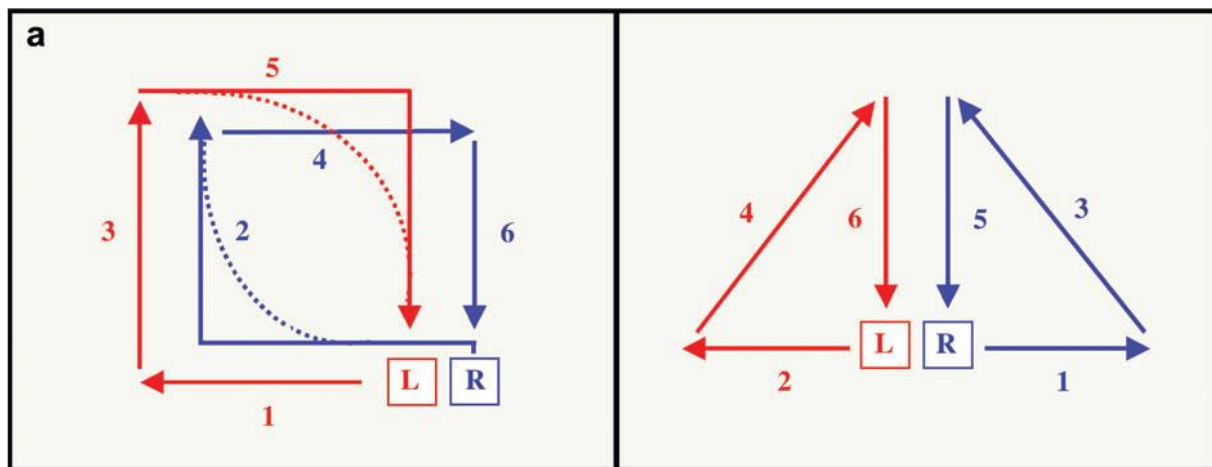


Obrázek č. 2: Experiment aktivace zrcadlových neuronů a pochopení záměru akce.
Převzato z Iacoboni et al., 2005



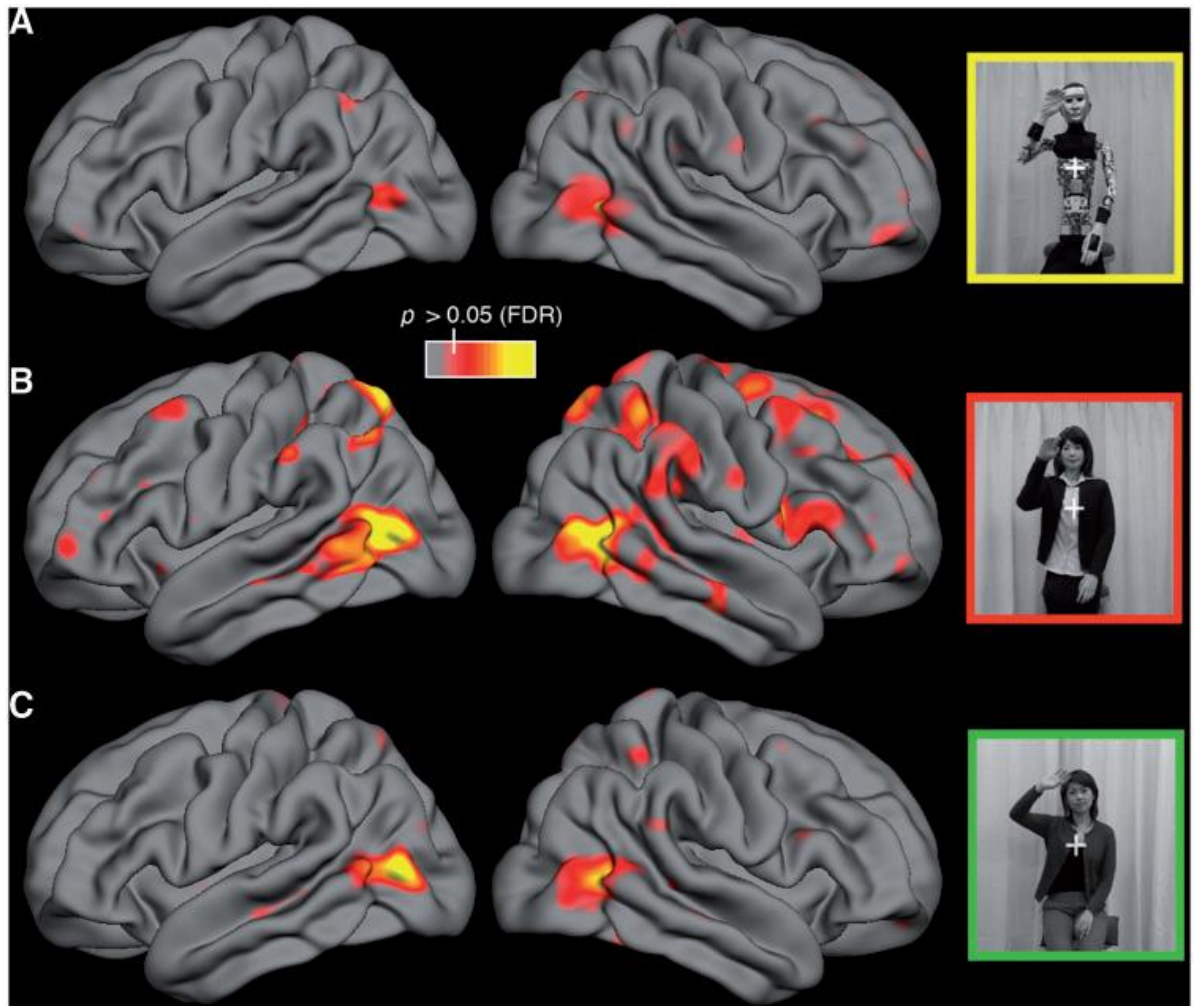
Obrázek č. 3: Zrcadlová skříňka využívající poznatků teorie zrcadlových neuronů při léčbě fantomové bolesti.

Převzato z Hanling et al., 2010



Obrázek č. 4: Účastníci výzkumu tance na šikmé plošině.

Převzato z Brown, Martinez & Parsons, 2006



Obrázek č. 5: Aktivace zrcadlových neuronů při pohledu na robota, aktroida a člověka.

Převzato z Saygin et al., 2012