

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Klára Chadimová

Vliv představy pohybu na posturální stabilitu

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Hana Haltmar

Olomouc 2021

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Název práce: Vliv představy pohybu na posturální stabilitu

Název práce v AJ: The effect of motor imagery on postural stability

Datum zadání: 30. 11. 2020

Datum odevzdání: 28. 4. 2021

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Klára Chadimová

Vedoucí práce: Mgr. Hana Haltmar

Oponent práce: PhDr. Barbora Kolářová, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Posturální stabilita je dynamický děj zajišťování stability těla a je tak velmi podstatnou komponentou každodenního fungování. V důsledku onemocnění, vlivem úrazů či pouhým procesem stárnutí, bývá tato schopnost narušena. Důraz kladený na tuto problematiku je na místě, neboť kvalita rovnovážných funkcí významně ovlivňuje aktivity denního života jedince. Ukazuje se, že posturální stabilitu lze ovlivnit jak pohybovou aktivitou, tak i skrze rehabilitaci obsahující představu pohybu. Na základě studií zaměřených na mentální trénink představy pohybu lze předpokládat, že skrze představu nabývá trénink cílený na posturální stabilitu na významu, neboť dochází k ovlivnění motorických schopností pacienta, které jsou podstatné také pro udržení stability. Pro vyhledání studií a odborných článků zabývajících se touto problematikou byly použity databáze PubMed, EBSCO, ProQuest, Web Of Science, Google Scholar, OXFORD Academy, SpringerLink a Cochrane Library. Bylo použito 12 knižních zdrojů a 123 článků a studií publikovaných od roku 1956 do roku 2020. Efekt představy pohybu je sledován jak u jedinců, kteří mají v oblasti stability určitý deficit (starší lidé, pacienti po CMP, pacienti s Parkinsonovou chorobou, ...), tak i u jedinců, kteří chtějí již tak dobrou stabilitu ještě podpořit (např. sportovci). Z výsledků studií vyplývá, že u jedinců s narušenou stabilitou může prostřednictvím představy pohybu dojít ke zlepšení rovnovážných funkcí a u sportovců zase ke zlepšení výkonu a kvalitnějšímu provedení pohybu.

Abstrakt v AJ:

Postural stability is a dynamic process of maintaining an upright position. It is a very important component of day-to-day life. This ability is typically negatively affected by a disease, injury, or an aging process. The importance of this area lies in the proven connection between the quality of one's balance abilities and the overall quality of activities of daily living. Postural stability can be affected by both exercise and rehabilitation based on motor imagery. Based on studies focused on motor imagery training we can presume that this type of exercise gains in importance because it apparently results in positive influence on a patient's motor skills, which are essential also for his postural stability. In the literature review, the following databases were used: PubMed, EBSCO, ProQuest, Web Of Science, Google Scholar, OXFORD Academy, SpringerLink, and Cochrane Library. The author of this thesis analyzed 12 books and 123 papers published between 1956 and 2020. The effect of movement imagination was tracked both in cases of individuals with various kinds of deficit in their stability (elderly people, patients affected by a stroke or Parkinson's disease, etc.) and also within individuals with an already good level of postural stability, who want to further improve it (e.g. professional athletes). The conclusion of the literature review is that the first group of individuals, i.e. people with a deficit in their stability, can benefit from movement imagination in a way of improving their balance abilities, and the second group, i.e. athletes, can leverage movement imagination to improve their overall performance and motion technique.

Klíčová slova v ČJ:

postura, posturální stabilita, představa pohybu, kortikální plasticita, představa pohybu v rehabilitaci, představa pohybu ve sportu, představa pohybu po CMP, Parkinsonova nemoc

Klíčová slova v AJ:

posture, postural stability, motor imagery, cortical plasticity, motor imagery in rehabilitation, motor imagery in sport, motor imagery after stroke, Parkinson disease

Rozsah: 66 stran

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne: 28. 4. 2021

.....

Ráda bych poděkovala Mgr. Haně Haltmar za cenné rady, věnovaný čas, vstřícnost a odborné vedení při tvorbě této práce.

Obsah

Úvod	8
1 Postura	10
1.1 Zajištění postury	11
2 Posturální stabilita	13
2.1 Faktory ovlivňující posturální stabilitu.....	14
2.1.1 Biomechanické faktory	14
2.1.2 Neurofyziologické faktory.....	15
2.2 Kontrola postury	18
3 Představa pohybu.....	19
3.1 Druhy představ pohybu	20
3.1.1 Vizuelní představa pohybu	20
3.1.2 Kinestetická představa pohybu.....	20
3.2 Perspektiva	21
3.3 Faktory ovlivňující představu pohybu.....	22
3.3.1 Schopnost představy	22
3.3.2 Znalost pohybu	23
3.3.3 Pracovní paměť.....	23
3.3.4 Motivace a míra úzkosti	24
3.4 Řízení představy pohybu	24
3.4.1 Role kortikálních oblastí.....	24
3.4.2 Role subkortikálních oblastí	27
3.5 Kortikální plasticita	27
3.5.1 Zrcadlové neurony v rámci observace.....	29
4. Ovlivnění posturální stability představou pohybu.....	31
4.1 Vliv představy pohybu na stabilitu u běžné populace	31

4.2 Využití představy pohybu v oblasti sportu	32
4.3 Využití představy pohybu v rámci rehabilitace	33
4.3.1 Představa pohybu v rehabilitaci u jedinců starší populace	33
4.3.2 Představa pohybu v rehabilitaci pacientů po cévní mozkové příhodě	35
4.3.3 Představa pohybu v rehabilitaci pacientů s Parkinsonovou nemocí.....	39
Závěr.....	43
Seznam zkratk.....	64
Seznam obrázků.....	65
Seznam tabulek.....	66

Úvod

Postura je neoddelitelnou součástí zajištění polohy těla jak ve statické poloze, tak v rámci pohybu. Na posturu má vliv řada faktorů. Jedná se o vnitřní i vnější činitele, přičemž nejpodstatnější složkou je zemská gravitace, které je třeba neustále čelit. Stabilní postura je velmi podstatná například pro sportovce, kteří jsou schopni díky této precizně rozvinuté schopnosti obdivuhodných výkonů. Mimo sportovní oblast je ale kvalitní posturální stabilita důležitá pro každodenní fungování. Jsou-li funkce posturální stability narušeny, značně se zvyšuje riziko pádů, což s sebou přináší další komplikace, mnohdy i fatálního rázu. Etiologie poruch posturální stability jsou různé.

Proces zajištění posturální stability je obstarán koordinací několika systémů. Pohybový aparát se na něm podílí pasivní a aktivní složkou. Podstatnou komponentou aktivní složky je svalový aparát, kde nejdůležitější roli hrají tonické svaly, které jsou svojí strukturou této funkci přizpůsobeny. V procesu zajištění stability dále nelze opomenout biomechanické faktory, jako velikost opěrné báze, tělesné proporce zahrnující hmotnost a výšku jedince, uložení těžiště, nastavení v kloubech a další. Pro kontrolu polohy a nastavení těla v okolním prostředí slouží sensorický systém, do něhož spadá zrakový a vestibulární aparát, propiocepce a taktilní cití. Vjemy z těchto aferentních receptorů vedou do CNS, kde dochází k jejich zpracování a následné generaci odpovědi motorického systému v procesu zajištění stability.

Dle řady studií je možné podpořit udržení stabilní polohy těla také prostřednictvím představy pohybu, neboť při představě pohybu dochází k aktivaci velmi podobných oblastí mozku jako při skutečném provedení pohybu. Významnou roli zde hraje schopnost mozkové tkáně velice dobře reagovat svou dynamičností na změnu. Tento jev je označován termínem plasticita. Z výzkumů cílících na objasnění této schopnosti mozku vyplývá, že eliminace stimulů z periferie vede ke zmenšení příslušné somatomotorické oblasti v mozku. Naopak zvýšená stimulace má za následek rozvoj příslušné kortikální oblasti. Díky plasticitě, která reaguje na stimuly interního i externího prostředí, může docházet k rozvoji odpovídajících oblastí i při pouhé představě pohybu.

Této přirozené schopnosti mozku lze využít v různých oblastech pracujících na zdokonalení exekuce pohybu (fyzioterapie, sportovní trénink). Cílem této práce je zhodnotit, jaký je vliv představy pohybu na posturální stabilitu u zdravých jedinců (starší populace, sportovci, ...) a jedinců s deficitem posturální stability (pacienti s cévní mozkovou příhodou, pacienti s Parkinsonovou chorobou). Pro splnění cíle práce bylo vyhledáno 123 článků a studií publikovaných od roku 1956 do roku 2020 v následujících databázích: PubMed, EBSCO,

ProQuest, Web Of Science, Google Scholar, OXFORD Academy, SpringerLink a Cochrane Library. Odborné články a studie byly vyhledány pomocí klíčových slov postura, posturální stabilita, představa pohybu, kortikální plasticita, představa pohybu v rehabilitaci, představa pohybu ve sportu, představa pohybu po CMP, Parkinsonova nemoc, respektive jejich anglických ekvivalentů posture, postural stability, motor imagery, cortical plasticity, motor imagery in rehabilitation, motor imagery in sport, motor imagery after stroke, Parkinson disease. Jako vstupní literatura byly použity následující publikace:

BIZOVSKÁ, L., JANURA M., MÍKOVÁ M., SVOBODA Z. 2017. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5259-3.

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

SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M. H. 2012. *Motor control: translating research into clinical practice* (5th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/ Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-1-4511-1710-3.

TROJAN, S., DRUGA, S. PFEIFFER, J., VOTAVA, J. 2005. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (3. vyd.). Praha: Grada. ISBN 80-247-1296-2.

VÉLE, F. 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2. vyd.). Praha: Triton. ISBN 80-7254- 837-9.

1 Postura

Definicí postury se zabývalo mnoho autorů. Například Howort (1956, s. 34) tento pojem vnímá jako souhrn všech pozic a pohybů těla, které člověk zaujímá. Vařeka (2002, s. 116) zase vymezuje pojem postura následujícími slovy: “Postura je aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová.” (Vařeka, 2002, s. 116).

Mluví-li se o postuře, zdaleka tím není zamýšlen pouze stoj (Vařeka, 2000, s. 199). Postura je členěna na statickou a dynamickou. Statickou posturu lze spatřovat v pozicích jako je například již zmíněný stoj, sed, leh a jejich variace (Howorth, 1956, s. 34; Vařeka, 2000, s. 199; Kolář et al., 2009, s. 36), přičemž během těchto pozic není očekávána žádná další pohybová aktivita. Dynamická postura je naproti tomu součástí pohybu, nebo jeho přípravy. Zahrnuje přechody z jednotlivých statických pozic (Howorth, 1956, s. 34), ale také komplexnější děje, jako je chůze, plavání, tanec, běh a další (Howorth, 1956, s. 34; Vařeka, 2000, s. 199).

O postuře lze tedy hovořit i v souvislosti s dynamickým pohybem, což dosvědčují i Kolář (2009, s. 36) a Vařeka (2002, s. 116), kteří nepovažují vyšetření posturálních funkcí při pouhém postoji za dostatečné, neboť porucha bývá mnohdy významná až při zvýšené zátěži (Vařeka, 2002, s. 116). Z toho tedy vyplývá, že posturu lze spatřovat před zahájením pohybu, v jeho průběhu a následně po jeho dokončení. Tento fakt popisuje známý citát z počátků dvacátého století “Posture follows movement like a shadow”. O původci tohoto výroku se vedly diskuze, ovšem bez jednoznačného konsenzu. Kupříkladu Janda (1982, s. 54) ho přisuzuje Charlesi Sherringtonovi (1906). Vojta (1993, s. 31) a Kolář (2009, s. 38) jej zase vkládají do úst Magnuse, který ho měl přednést roku 1916 v Londýně před Royal Society, a uvádí ho v delším znění: „Each accurate movemet starts from a definite posture and ends in the posture. More then, the posture follows movement like a shadow.”. Sdělení těchto výroků o tom, že postura doprovází pohyb, je ale shodné.

Rozdílné názory se ovšem objevují v otázce, zda-li postura předchází pohybu, nebo je-li tomu naopak. Janda (1982, s. 54) má za to, že postura zajišťovaná hybným systémem, jehož hlavní funkcí je pohyb, musí být až druhotným projevem odvozeným ze základních pohybových funkcí hybného systému. Tento názor je ale ojedinělý. Opačný pohled na věc, tedy, že pohyb je možný díky postuře, je mnohem rozšířenější. Například Vařeka (2000, s. 198) konstatuje, že aktivní postura je nezbytnou podmínkou pro vykonání pohybu. Také Kolář et al. (2009, s. 38) považuje posturu za bazální předpoklad pohybu a opačné tvrzení odmítá.

Posturální kontrola je nezbytná pro udržení vzpřímené pozice těla, která je podstatná pro fungování v každodenním životě (Howorth, 1956, s. 34).

1.1 Zajištění postury

Z anatomického hlediska je postura zajištěna aktivním a pasivním pohybovým aparátem. Kostra tvoří společně s chrupavkami a vazy pasivní pohybový aparát (Čihák, 1987, s. 73). S ním je funkčně spojen aktivní pohybový aparát, do něhož se řadí svaly a šlachy (Čihák, 1987, s. 313). Míra tuhosti aktivního pohybového aparátu určuje nastavení jednotlivých segmentů. Dostatečný tonus je nezbytný pro udržení těla jako celku, ovšem musí umožnit pohyb jednotlivých segmentů vůči sobě. Tato schopnost je zajištěna díky koordinaci agonistů, antagonistů a dalších skupin svalového aparátu (Vařeka, 1999, s. 84).

Statické zajištění postury je spojené s klidným stojem, nebo pozicí sedu, kdy nedochází ke změnám opěrné baze. Toto označení je do jisté míry zavádějící, neboť i při klidném stoji či sedu, kdy není vykonáván očividný pohyb (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 458), dochází k malým výchylkám a posunům těžiště. Z toho vyplývá, že k dynamickým dějům dochází i v rámci zajištění statické polohy (Hodges et al., 2002, s. 293; Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 458). Tyto pohyby jsou malé a odrážejí děje zajišťující stabilitu (Hodges et al., 2002, s. 293).

Aktivní zajištění postury obstarávají svaly, které mají trvale zvýšený tonus. Označují se jako posturální, antigravitační (Hudák a Kachlík, 2017, s. 101; Čihák, 1987, s. 318), nebo také tonické svaly (Hudák a Kachlík, 2017, s. 101). Drží tělo vzpřímeně navzdory gravitační síle (Cael, 2010, s. 51). Schopnost dlouhodobé aktivity těchto svalů spočívá v typu vláken, kterými jsou tvořeny. Pro posturální svaly jsou typická pomalá červená vlákna s vysokým obsahem myoglobinu a vysokou oxidační kapacitou (Cael, 2010, s. 60; Hudák a Kachlík, 2017, s. 101). Tyto svaly mají díky dlouhodobé kontrakci vyšší tendenci ke zkrácení (Hudák a Kachlík, 2017, s. 101).

Při vzpřímeném stoji vzroste aktivita v posturálních svalech, která působí proti gravitační síle (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 462). Mezi tyto svaly patří zejména musculus tibialis anterior, m. triceps surae, m. biceps femoris, m. tensor fasciae latae. V oblasti kyčelního kloubu m. iliopsoas (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 459), mm. obturatorii, m. quadratus femoris, m. piriformis a mm. gemelli (Véle, 2006, s. 103). Ramenní kloub je fixován prostřednictvím hlubokých a relativně krátkých svalů zevních rotátorů, jako je m. teres minor,

m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. subscapularis (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 459).

Skupina svalů podílejících se na stabilizaci trupu ve vzpřímené poloze obsahuje krátké, hluboko uložené tonické svaly, které slouží k udržení polohy v příslušném kloubu. V oblasti páteře se jedná o autochtonní svaly, které spojují sousední obratle (Véle, 2006, s. 103) a mm. abdominii (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 459). Hluboký stabilizační systém páteře krom těchto svalů obsahuje také šikmé břišní svaly, svaly pánevního dna a bránici. Posturální úloha bránice se odvíjí od dechového vzoru, současně má nastavení postury vliv na dech. Napřímením páteře a nastavením hrudníku do kaudálního postavení se dosáhne zapojení bránice do dýchacích a stabilizačních funkcí (Kolář et al., 2009, s. 238).

2 Posturální stabilita

Pro zajištění statické polohy těla, jsou potřeba dynamické děje (Véle, 2006, s. 101; Kolář et al., 2009, s. 39), které probíhají uvnitř organismu, přirozená labilita, která je podmínkou pohybu a musí být ve statické poloze aktivně potlačena. Posturální stabilita je tedy nepřetržitý děj „zaujímání stálé polohy“, nikoli jednorázový stav (Kolář et al., 2009, s. 39). Vařeka (2002, s. 116) posturální stabilitu formuluje jako „schopnost zajistit vzpřímené držení těla a zároveň reagovat na změny zevních (především tíhové síly) a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu“. K tomuto cíli, tedy předejití pádu, je využito statických a dynamických strategií známých jako rovnováha/balance (Trojan, Druga, Pfeiffer, 1990, s. 12).

Aktivní držení těla je zajištěno především vnitřními silami, přičemž podstatná je zde zejména aktivita svalů regulovaná centrálním nervovým systémem (CNS) (Vařeka, 2002, s. 116). Nepřehlédnutelnou roli zde hraje svalový tonus, který je zásadní pro motoriku jako takovou. Kromě stavu hlubokého bezvědomí automaticky zaujímáme posturální stabilitu i během spánku. Jedná se o posturální aktivitu, tedy určitou míru svalového tonu (Vařeka, 2000, s. 198).

Mezi posturální funkce se vedle posturální stability řadí také posturální stabilizace a posturální reaktivita (Kolář, 2009, s. 39). Posturální stabilizací se rozumí „aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil“ regulované skrze CNS. Nezastupitelnou roli zde hraje činnost svalů, která díky koaktivaci agonistů a antagonistů zpevňuje a stabilizuje skelet v artikulacích segmentech, čímž zamezuje separaci jednotlivých elementů kosterního aparátu. Díky tomu je umožněna lokomoce celého těla. Kolář pro lepší představu dokresluje význam stabilizace na příkladu snahy o napřímení dřevěné tyče a řetězu. Z toho vyplývá, že bez souladu svalových kontrakcí by došlo ke zhroucení kosterního aparátu. Posturální stabilizace je součástí veškerých pohybů včetně izolovaných pohybů periferie. Gravitační síla není tedy jediným faktorem, proti kterému musí posturální stabilizace působit (Kolář et al., 2009, s. 39).

Termín posturální reaktivita vyjadřuje schopnost těla reagovat na změny ať už vnějšího, nebo vnitřního prostředí udržením stávající polohy, popřípadě změnou polohy na výhodnější (Vařeka, 2000, s. 198). Podle Koláře (2009, s. 39), který tuto reakční stabilizační funkci označuje pojmem „reaktibilita“, se jedná o generovanou svalovou kontrakci podstatnou pro překonání odporu při silově náročnějším pohybu (pohyb končetiny proti gravitaci či proti odporu, odrazové aktivity, manipulace s břemenem, ...). Moment síly svalové kontrakce v segmentu vyvolá skrze pákový mechanismus odezvu v podobě reakční svalové síly v celém

těle. Tím dojde ke zpevnění kloubu a získání pevného bodu, neboli punctum fixum. Jedna úponová část svalu je tedy díky punctum fixum stabilizována a druhá může provádět pohyb. Tato část se označuje jako punctum mobilae. Bez této stabilizace by nebylo možné vykonat žádný cílený pohyb. Kupříkladu pro flexi v kyčelním kloubu je nezbytná stabilizace úponů svalů, jež flexi provádějí (musculus rectus femoris, m. sartorius a m. iliacus a m. psoas) (Kolář et al., 2009, s. 39). Musculus rectus femoris, m. sartorius a m. iliacus začínají na pánvi, m. psoas na tělech obratlů Th12 až L5 (Hudák a Kachlík, 2017, s. 149). Pro tento pohyb je tedy nezbytná přinejmenším stabilizace pánve a páteře. Ta je obstarána zase flexory a extenzory páteře, tudíž musí dojít k aktivaci svalů dutiny břišní, tedy bránice, břišních svalů a svalů pánevního dna. Na tyto svaly ovšem navazují další, které jsou touto aktivitou rovněž ovlivněny a musejí se takové aktivitě přizpůsobit. Tím vzniká řetězení svalové aktivity v celém hybném systému (Kolář et al., 2009, s. 39).

2.1 Faktory ovlivňující posturální stabilitu

Adekvátní kontrola posturálních funkcí člověka vyžaduje jak zapojení smyslové složky, tak funkci CNS. Díky této koaktivaci je člověk schopen adekvátnímu přizpůsobení se gravitační síle a okolním vlivům, které na něho působí (Runge et al., 1999 in Chiba et al., 2016, s. 97). Posturální stabilita je tedy ovlivněna více činiteli. Kromě anatomických faktorů jde především o faktory biomechanické a neurofyziologické (Kolář et al., 2009, s. 39).

2.1.1 Biomechanické faktory

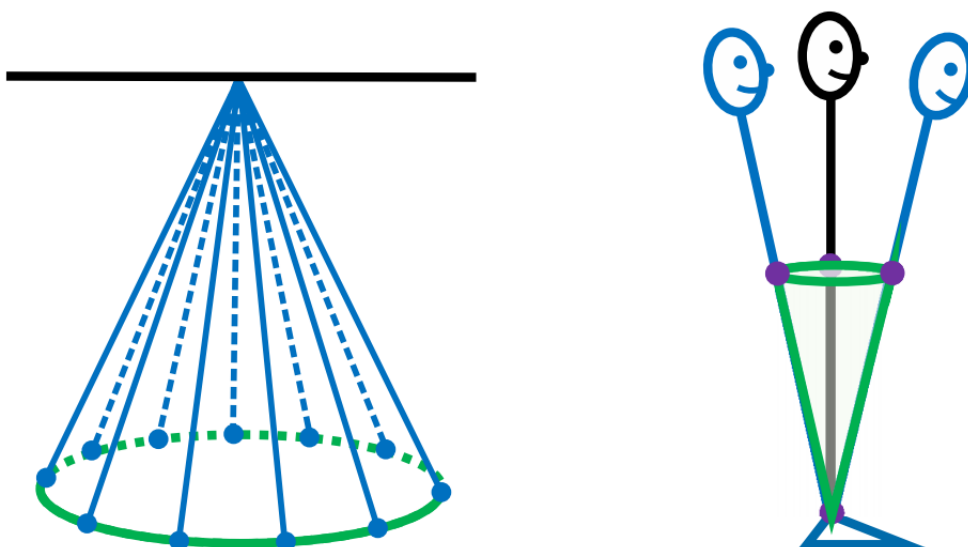
Z biomechanického hlediska je velmi zásadní velikost opěrné báze. Opěrná báze je oblast ohraničená nejvzdálenějšími okraji opěrné plochy neboli místem kontaktu těla s podložkou. Má-li být statická poloha stabilní, těžiště se musí promítat do opěrné báze (Hasan et al., 1996, s. 2; Kolář et al., 2009, s. 39; Vařeka a Dvořák, 1999, s. 85). Není-li tomu tak, pak je pro udržení postury kladen značný nárok na svalový a vazivový aparát, který reaguje hypertonií, bolestí a následnou deformací (Kolář et al., 2009, s. 39).

Míru stability kromě opěrné báze přímo určuje také hmotnost. Naopak nepřímá úměra platí v případě výšky těžiště. Tedy čím vyšší uložení těžiště, tím menší stabilita (Kolář, 2009, s. 39; Vařeka a Dvořák, 1999, s. 85; Chaudhry et al., 2004, s. 715).

Stabilitu snižuje i rostoucí vzdálenost průmětu těžiště v opěrné bázi od středu opěrné báze. Míra naklonění opěrné plochy od horizontály má také vliv na stabilitu, a i zde platí nepřímá úměrnost (Kolář, 2009, s. 39; Vařeka a Dvořák, 1999, s. 85).

Při dokonalém zaujetí napříměné postury ve stoje by v sagitální rovině vertikální osa procházela skrz procesus mastoideus, ramenní kloub, kyčelní kloub, střed kolenního a hlezenního kloubu (Basmajian a De Luca, 1985, s. 254).

Jak uvádí Vařeka (2002, s. 115), lidské tělo je při bipedálním stoji z biomechanického hlediska nestabilní, neboť zaujímá pozici tzv. „obráčeného kyvadla“ s ne příliš velkou základnou a těžištěm uloženým poměrně vysoko (viz obrázek 1). Proto zde hrají roli další aspekty, díky kterým je tato biomechanická instabilita kompenzována.



Obrázek 1 Grafické znázornění pohybu kyvadla a model převráceného kyvadla při titubacích těla ve stoji (Bizovská, 2017, s. 22)

2.1.2 Neurofyziologické faktory

Senzorika

Každý pohyb, stejně tak jako mikropohyb pro udržení postury, je doprovázen aktivitou smyslových receptorů a svalů. Pro zajištění postury jsou z hlediska senzoriky významné informace z vestibulárního aparátu, zrakového systému, proprioceptorů a senzorů taktilního čítí (Horak and Macpherson, 1996 in Chiba et al., 2016, s. 97; Vařeka, 2002, s. 116). Bude-li stát zdravý člověk na pevné podložce v dobře osvětleném prostředí, bude se nejspíše ze 70 % spoléhat na somatosenzorické informace, z 20 % jeho stoj ovlivní vestibulární aparát. Za zbylých 10% zajištění stability bude zodpovědná zraková složka. Ovšem při stoji

na nestabilní podložce se bude více spoléhat na informace ze zrakových a vestibulárních center (Peterka, R. J., 2002 in Horak, 2006, s. ii9).

Díky velkým kompenzačním schopnostem se však nemusí dysfunkce jednoho systému ihned projevit, neboť dojde ke zvýšení aktivace jiné smyslové složky (Vařeka, 2002, s. 116; Véle, 2006, s. 101). Schopnost reagovat na převažující smyslový impuls je velice důležitá pro udržení stability (Horak, 2006, s. ii9). Například u diabetika, jehož propriocepce je narušena neuropatií (Véle, 2006, s. 101), nebo při stoje na nestabilní podložce (Horak, 2006, s. ii9), přebírá kontrolní funkci posturální stability zrakový (Véle, 2006, s. 101; Horak, 2006, s. ii9) a vestibulární systém (Horak, 2006, s. ii9).

Další komponentou podílející se na udržení postury je propriocepce, která obstarává celkové povědomí o statezezi (poloze) a kinestezi (pohybu) těla (Cael, 2010, s. 65; Bizovská et al., 2017, s. 29). Propriocepce podává mozku informace o pozicích v kloubech, předává vjemy z receptorů periostu, ligament, kůže a svalů (Bizovská et al., 2017, s. 29). Důležitou roli hraje aferentace ze svalů. Protážení svalových vláken je registrováno svalovými vřeténky. Změny svalového tonu detekují Golgiho šlachová tělíska (Bizovská et al., 2017, s. 29; Hudák a Kachlík, 2017, s.). V případě posturální stability jsou stěžejní informace z kloubů dolních končetin (DKK) (Chiba et al., 2016, s. 97). K detekci přínosu proprioceptivních informací na kontrolu postury lze využít naklápěcí plošiny. Snížený proprioceptivní vstup díky naklápěcí plošině evokuje posturální vychýlení. Eliminace proprioceptivního vjemu také nastane při aplikaci mechanických vibrací (Bizovská et al., 2017, s. 30) např. na m. soleus (Chiba et al. 2016, s. 97). Samotná změna proprioceptivního vjemu nenaruší stabilitu. Budou ale kladeny větší nároky na kontrolu stability pomocí vizuálních, vestibulárních a taktilních informací (Chiba et al. 2016, s. 97).

Během vzpřímeného stoje dostává mozek informace také z taktilních receptorů. Receptory chodidla zaznamenávají tlak a jeho rozložení na plosce nohy (center of pressure), což je velmi důležitá informace pro udržení stability. V rámci experimentů lze tento vjem narušit např. měkkým povrchem podložky (Chiba et al., 2016, s. 97). Některé studie zaznamenaly souvislost mezi zvýšením stability a jemným taktilním stimulem (dotek, elektrický impuls) části těla, například prstu (Shima et al., 2013 in Chiba et al., 2016, s. 98).

Zrakový aparát

Schopnost vidět je pro člověka podle Králíčka (2004, s. 8) nejdůležitějším smyslem. Díky němu získáváme až 90 % veškerých informací o okolním prostředí (Králíček, 2004, s. 8). Z toho vyplývá, že vizuální schopnost má zásadní podíl na zajištění postury. Děje

se tak různými způsoby. Zrakový vjem exteroceptivního rázu podává informace o okolním prostředí, umožňuje identifikaci objektů v prostoru a určení jejich pohybu. Zrak má také charakter vizuální propiocepce, což znamená, že přijímané informace se nevztahují pouze k okolnímu prostředí, ale informují o poloze těla, vzájemném nastavení jednotlivých částí těla a průběhu pohybu (Shumway-Cook a Woollacott, 2012, s. 62).

Změny posturální stability závislé na modifikaci vizuálního vstupu lze prokázat při pokusu s otevřenýma, nebo zavřenýma očima (Horak a Macpherson, 1996 in Chiba et al., 2016, s. 97), nebo pomocí pohyblivé obrazovky, kterou pacient zrakem fixuje (Wade a Jones, 1997 in Chiba et al., 2016, s. 97). Studie zabývající se změnami vizuálních informací debatují v multisenzorickém pojetí o míře důležitosti zrakových informací a vlivu na kontrolu postury (Chiba et al., 2016, s. 97). Každý člověk má k dispozici unikátní sadu pramenů pro kontrolu držení těla a také různá omezení. Závisí tedy na konkrétní situaci a konkrétním jedinci, zda a jakým způsobem stabilitu udrží (Horak, 2006, s. ii10). Důležitost zraku při kontrole držení těla potvrzují Lord a Menz (2000, s. 306-310).

Vestibulární aparát

Podstatnou komponentou řízení postury je také vestibulární aparát (Bizovská et al., 2017, s. 28). Toto ústrojí je uloženo v kostěném labyrintu pars petrosa ossis temporalis. Tvoří jej dvě složky označované jako statické a kinetické čidlo (Bizovská et al., 2017, s. 28; Králíček, 2004, s. 67), které detekují polohu a pohyb hlavy. Statické čidlo je tvořeno blanitými váčky sakulus a utrikulus. Díky nim dochází k registraci informací o poloze a orientaci hlavy v prostoru, a také o jejím lineárním zrychlení (Bizovská et al., 2017, s. 28; Holibková a Laichman, 2004, s.125; Králíček, 2004, s. 67, 70). Kinetické čidlo utváří tři navzájem kolmé polokruhovitě kanálky (canalis semicircularis anterior, posterior a lateralis), které detekují úhlové (rotační) zrychlení hlavy (Hudák a Kachlík, 2017, s. 504-507; Bizovská et al., 2017, s. 28; Holibková a Laichman, 2004, s.125; Králíček, 2004, s. 68).

Signály přenášené z vestibulárního aparátu do mozku, které informují o postavení hlavy, poskytují mozkové tkáni společně s informacemi z propioceptorů krku údaje, na jejichž základě může mozek odhadnout orientaci těla a adekvátně na ni reagovat (Chiba et al., 2016, s. 97). Poškození vestibulárního aparátu bude mít negativní odezvu na udržení stability zejména ve chvíli, kdy bude z funkce zajištění postury vyřazena další smyslová komponenta. V případě vyřazení vizuálního systému bude jedinec s poruchou vestibula vystaven značnému riziku pádu ve tmavém prostředí (Runge et al., 1999 in Horak, 2006, s. ii8). Stejně tak bude ohrožen

ve chvíli, kdy bude mít zavřené oči (Králíček, 2004, s. 72), neboť zrak, jakožto jeho dominující složka podávající informace podstatné pro udržení rovnováhy, bude notně eliminován.

2.2 Kontrola postury

Přijetí aferentních informací, zpracování, jejich vyhodnocení, následné plánování a programování pohybu včetně podání impulsu k jeho provedení a následné kontrole obstarává centrální nervová soustava (CNS) (Hudák a Kachlík, 2017, s. 456-457). V souvislosti se zajištěním postury je tak CNS důležitou řídicí komponentou (Vařeka, 2002, s. 116).

Při změně multisenzorického vstupu dochází okamžitě ke změně postury, která tak reaguje na přijatý senzorický vjem. Tato okamžitá změna svědčí o vysoké dynamičnosti CNS (Chiba et al., 2016, s. 97).

Před započítím jakékoli pohybové akce nastane příprava na daný pohyb. Tato výchozí poloha se označuje termínem „atituda“ (Vařeka, 2000, s. 198). V určitých svalových skupinách se zvýší svalový tonus. Pro objektivní zhodnocení lze využít zobrazení svalové aktivity pomocí elektromyografie (EMG). Kupříkladu před započítím chůze dochází k přenesení těžiště těla nad stojnou dolní končetinu (DK) a tím pádem uvolnění tzv. švihové DK. Změna nastavení se bude týkat i trupu, krku, hlavy a horních končetin (HKK). K samotnému vykročení dojde až po nastolení všech potřebných změn (Vařeka, 2000, s. 198).

3 Představa pohybu

Představa pohybu je definována jako myšlenkové vyjádření pohybu bez jeho skutečného provedení (Guillot a Collet, 2005; s. 388; Solodkin et al., 2004, s. 1246). Jedná se tedy o kognitivní proces, při kterém si člověk představuje, že vykonává určitý pohyb. Ve skutečnosti ale žádný pohyb neprovádí a nedochází ani ke zjevné svalové kontrakci (Mulder, 2007, s. 1267). Jinak řečeno představa pohybu, nebo také imaginace, vyžaduje vědomou aktivaci oblastí mozku, které jsou zodpovědné za přípravu a provedení zamýšleného pohybu, a také úmyslnou inhibici daného pohybu (Lotze a Cohen, 2006, s. 135-140).

Stále více studií poukazuje na fakt, že k aktivaci oblastí mozku zapojených v motorickém schématu nedochází pouze v rámci pohybu (konkrétně v premotorické a suplementární motorické oblasti, cingulární a parietální kortikální oblasti, bazálních gangliích a mozečku), ale dochází i k aktivitě během představy pohybu (Hanakawa et al., 2003, s. 989-1002; Dechent, Merboldt a Frahm, 2004, s. 138-144). Stippich, Ochmann a Sartor uvádí, že pohybu různých částí těla somatotopicky aktivuje precentrální gyrus (Stippich, Ochmann a Sartor, 2002, s. 50-54). (Stippich, Ochmann a Sartor, 2002, s. 50-54).

Tyto kognitivní děje jsou automaticky generovány na základě vjemů senzorky a percepce, které umožňují reaktivaci specifických pohybů (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 943). Pojem představa je koncipován jako „obrázky v mysli“ (Annett, 1994, s. 1395), které vznikají díky dříve prožitým zkušenostem a zážitkům uložených v paměti. Může jít o prožitek sluchový, zrakový, chuťový, čichový, taktilní, či kinestetický. Dochází tak k propojení různých oblastí „poznaného“ (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 943). Toho je využito i v rámci představy určité pohybové činnosti.

Představa pohybu je velké téma především v oblasti kognitivních neurověd (Jeannerod, Frank, 1999, s. 735) a je čím dál více zkoumána pomocí zobrazovacích technik, jako je pozitronová emisní tomografie (PET), funkční magnetická rezonance (fMRI) (Héту et al., 2013, s. 930), transkraniální magnetická stimulace (TMS) a elektroencefalografie (EEG) (Mizuguchi et al., 2012, s. 104). Důvod tak rozšířeného zájmu o MI lze spatřovat v původu schopnosti představy pohybu jakožto specifické vlastnosti, která je pevnou součástí kognitivních funkcí člověka (Hanakawa, 2016, s. 57).

3.1 Druhy představ pohybu

Představa pohybu může být rozdělena podle charakteru použitých senzoričkových modalit a způsobu provedení (Mahoney a Avenier, 1977, s.137; McAvinue a Robertson, 2008, s. 234). Dva základní typy představy pohybu se označují jako vizuální a kinestetická představa pohybu (Mahoney a Avenier, 1977, s.137; McAvinue a Robertson, 2008, s. 234; Batula et al, 2017, s. 2). Dopad těchto dvou typů MI na udržení postury se různí (Grangeon, Guillot a Collet, 2011, str. 47).

3.1.1 Vizuální představa pohybu

Mahoney a Avenier (1977, s. 137) definují vizuální typ jako pohled pacienta na sebe samého „z vnějšku“. Pacient je tedy pozorovatel, který sleduje své tělo s jistým odstupem. Shodným označením mnohdy bývá termín externí představa (Mizuguchi et al., 2012, s. 103-104). Tento druh představy je dále možné dělit na vnitřní a vnější (Grangeon, Guillot a Collet, 2011, s. 48; Guillot et al., 2009, s. 2158). V podstatě se jedná o vizuální představu z perspektivy první (vnitřní), nebo třetí (vnější) osoby, neboť rozdíl tkví ve „sledovaném“ subjektu.

Vizuální představa z perspektivy první osoby je taková, které se jedinec přímo účastní. Na prováděný pohyb má stejný pohled, jako kdyby jej sledoval skrz outdoorovou kameru připevněnou na hlavě (Guillot, 2009, s. 2158). Harris a Robinson (1986, s. 105-111) zjistili, že oproti vnější představě vede vnitřní představa k značnější svalové aktivaci. Ve prospěch vyšší efektivnosti interní představy dopadl i výzkum Wang a Morgan (1992, s. 167-174), při kterém byl naměřen větší nárůst dechové frekvence. Větší efekt této představy v porovnání s kinestetickou představou pohybu zaznamenal u pacientů po CMP Malouin et al. (2004a, s. 180, 181).

3.1.2 Kinestetická představa pohybu

Kinestetická představa na rozdíl od vizuální představy vyžaduje prožitek pohybu (Guillot a Collet, 2005, s. 387). Jedná se v podstatě o mentální stimulaci pohybu spojenou s kinestetickým prožitkem (Solodkin et al., 2004, s. 1246). Během kinestetické imaginace pohybu si jedinec představuje, že skutečně provádí daný pohyb. A to včetně všech senzoričkových konsekvencí, které k němu náleží (Mulder, 2007, s. 1268, Mahoney a Avenier, 1977, s. 137). Kupříkladu při imaginaci kopu do míče představa neobsahuje pouze kinestetický vjem z nohy vykonávající pohyb, ale její součástí jsou i další parametry. Například percepce úderu nohy do míče, představa pohybu dolních i horních končetin reagujících na výkop atd. (Mizuguchi

et al., 2012, s. 104). Kinestetická představa pohybu v podstatě koresponduje s perspektivou první osoby (Mizuguchi et al., 2012, s. 103, Mulder, 2007, s. 1268). Někdy je také označována za interní představu (Mizuguchi et al., 2012, s. 103).

Kinestetický typ představy pohybu se zdá být efektivnější, než představa vizuální (Stinear et al., 2006, s. 157-164) a dle řady studií by měla vyvolávat podprahovou aktivitu ve svalech, které jsou zahrnuty v představovaném pohybu (Grangeon, Guillot a Collet, 2011, s. 48).

3.2 Perspektiva

Krom typu představy hraje v efektivnosti představy pohybu roli také perspektiva. Představa se totiž může odehrávat jak z pozice (perspektivy) první osoby (tedy jedince, který si pohyb představuje), tak z pozice osoby třetí (Callow, 2004, 167-177).

Během představy pohybu z perspektivy první osoby má jedinec pocit, jako by pohyb skutečně vykonával (Mulder, 2007, str. 1268). Mizuguchi et al. to vysvětluje na příkladu imaginace hraní fotbalu, kdy si hráč představuje, že kope do míče. Naskytuje se mu přitom stejný pohled, jako kdyby měl skutečně před sebou míč a chtěl jej odkopnout (Mizuguchi et al., 2012, s.103).

Perspektiva třetí osoby je naopak taková, že jedinec sleduje dění kolem něj (Dickstein a Deutsch, 2007, str. 945). Sleduje sebe z jisté vzdálenosti (Mulder, 2007, str. 1268), jako když fotbalista pozoruje sám sebe z pozice diváka na tribuně (Mizuguchi et al., 2012, s.103), nebo se mu naskytne pohled, jako by se pozoroval v televizi (McAvinue a Robertson, 2008, s. 234).

Na význam perspektivy se ve své studii zaměřili Ruby a Decety (2003, s. 2475-2480). Účastníci studie si měli představovat postupně řadu činností v perspektivě první osoby a následně z pohledu třetí osoby. Při obou typech představy došlo k aktivaci somatomotorické oblasti, gyrus precentralis a lobus parietalis superior. Ovšem u perspektivy první osoby došlo k vyšší aktivaci také lobus parietalis inferior levé hemisféry a somatosenzorické oblasti taktéž na levé straně. Perspektiva třetí osoby zase více aktivovala lobus parietalis inferior vpravo, frontoparietální a cingulární kortex.

Psychofyziologické reakce související s perspektivou při imaginaci pohybu byly zkoumány ve studii Wang a Morgan (1992, s. 167-174). Měření probíhalo před mentálním prováděním pohybu, v průběhu a po jeho skončení. Následně se provedlo měření totožných parametrů, tedy metabolických, kardiovaskulárních a percepčních reakcí v rámci skutečného pohybu. Zjistilo se, že některé parametry, jako například spotřeba kyslíku, dechová frekvence,

tepová frekvence a diastolický tlak byly u interní a externí představy pohybu podobné. U interní představy však výsledky prokázaly značné zvýšení ventilace a v porovnání s externí představou byla intenzivnější. Z naměřených hodnot byl učiněn závěr, že se interní představa pohybu z psychofyziologického pohledu podobá skutečnému pohybu více, než představa externí (Wang a Morgan, 1992, s. 167-174).

3.3 Faktory ovlivňující představu pohybu

3.3.1 Schopnost představy

Před zvolením terapie pomocí MI je pro optimalizaci výhod plynoucích z praktikování představy pohybu nezbytné zvážit schopnosti pacienta potřebné k imaginaci pohybu (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 945; McAvinue a Robertson, 2008, s. 232). Úroveň schopnosti MI je individuální. Například schopnost představy pohybu profesionálních sportovců dosahuje vyšších kvalit, než představa pohybu u amatérů (Munzert a Lorey, 2013, s. 335).

Pro hodnocení této schopnosti existují různé typy dotazníků (McAvinue a Robertson, 2008, s. 232-251). Už samotná podstata představy pohybu však činí z hodnocení schopnosti MI obtížný úkol (McAvinue a Robertson, 2008, s. 232). Klasifikace schopnosti pacienta představit si určitý pohyb tak probíhá na základě škálového hodnocení v rámci dotazníků (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 946).

Dotazník The Movement Imagery Questionnaire (MIQ) je založen na hodnocení schopnosti imaginace předdefinovaných pohybů HK a DK (Hall a Martin, 1997 in Dickstein a Deutsch, 2007, s. 946). Pacienti jsou před samotnou imaginací požádáni, aby určený pohyb skutečně provedli (Munzert a Lorey, 2013, s. 322). Pro hodnocení se používá sedmibodová škála. Pohyb v představě je hodnocen dvakrát. Jednou se zaměřuje na vizuální typ imaginace, kdy je jedinec požádán, aby si představil, jak se na sebe dívá ve chvíli, kdy provádí požadovaný pohyb. Podruhé je hodnocena schopnost kinetické představy, kdy je jedinec instruován, aby se zaměřil na vnímání vykonávaného pohybu (Hall a Martin, 1997 in Dickstein a Deutsch, 2007, s. 946; Munzert a Lorey, 2013, s. 322).

The Vividness of Motor Imagery Questionnaire (VMIQ) se zaměřuje na hodnocení „živosti“ představy. Dotazník obsahuje 48 položek hodnotitelných pětistupňovou škálou. Podobně jako u dotazníku MIQ se polovina otázek zaměřuje na hodnocení vizuální představy pohybu a polovina na představu kinetickou (Isaac, Marks a Russell, 1986, s. 23-30; Munzert a Lorey, 2013, s. 322). Na rozdíl od MIQ ale pacienti daný pohyb nevykonávají (Munzert a Lorey, 2013, s. 322).

3.3.2 Znalost pohybu

Někteří autoři jsou přesvědčeni, že podmínkou úspěšné imaginace pohybu je předešlá zkušenost s představovanou činností (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 946). Mulder et al. (2003, s. 211-217) zjistili, že se značně zlepšil provedení úkolu po MI u skupiny lidí, kteří mají s daným pohybem zkušenost. U skupiny lidí, pro kterou byl pohyb zcela nový, ke zlepšení v souvislosti s představou pohybu nedošlo (Mulder et al., 2003, s. 211-217).

Na rozdíl od předešlé studie objevili Aleman et al. (2001, s. 2601-2604) u lidí s vrozenou slepotou schopnost vykonat činnosti, které jsou u jedinců bez zrakového postižení zprostředkovávány vizuální představou. Do studie bylo zapojeno patnáct nevidomých a čtrnáct vidomých lidí. První úkol spočíval v porovnání tří předmětů podle tvaru a vyloučení nevhodícího se předmětu. Druhý úkol byl zaměřen na prostorové vnímání pomocí krychlového objektu. Ačkoli byla u skupiny nevidomých vyšší chybovost, byli schopni vykonat úkoly vyžadující obrazovou i prostorovou představu. Autoři spatřují významnou souvislost mezi reprezentací zrakových a haptických vjemů. Z toho důvodu lze palpačním vjemem nahradit nedostatek vizuálních informací (Aleman et al., 2001, s. 2601-2604).

Všeobecné názory na význam znalosti pohybu při IM na podkladě jedné studie by měly být činěny s opatrností (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 947). Nicméně imaginace motorických úkolů, které jsou jedinci známé, má lepší výsledky než imaginace neznámých činností (Bohan, Pharmer a Stokes, 1999, s. 656). Tento fakt by měl být při plánování terapeutické intervence zvažován (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 947).

3.3.3 Pracovní paměť

Pracovní paměť je komplexní proces zahrnující ukládání a zpracování informací. Lze ji kategorizovat jako vizuální, verbální, nebo kinestetickou (Malouin et al., 2004a, s. 178). Pro pracovní paměť je podstatné, aby u jedince nedocházelo ke generování informací z dlouhodobé paměti, ale aby si zapamatoval dané aktuálně předložené informace (Annett, 1994, s. 1407).

Malouin et al. vypožoroval, že nastal progres v testu „Sit to Stand“ po terapii kombinující fyzické cvičení a MI u skupiny lidí s neporušenou schopností pracovní paměti oproti jedincům s tímto deficitem (Malouin et al., 2004a, s. 182). Nejsilnější vztah se projevil ve vizuálně prostorové oblasti, následovala verbální a kinestetická (Malouin et al., 2004a, s. 181).

3.3.4 Motivace a míra úzkosti

Neurčitý názor panuje v otázce, jak velký vliv na efektivnost MI lze přisuzovat motivaci jedince (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 947). Na jedné straně stojí fakt, že vysoce motivovaní lidé, kteří praktikují MI, dosahují lepších výsledků než ti, u kterých je míra motivace na nízké úrovni (Cumming et al., 2002, s. 134; Mardigan, Frey a Matlock, 1992 in Dickstein a Deutsch, 2007, s. 947).

Podobně lze také pohlížet na vliv úzkosti. Lidé mající nízké skóre kognitivní úzkosti vykazovali lepší výsledky v rámci praktikování MI, oproti pacientům, u kterých bylo zaznamenáno vysoké skóre úzkosti (Halvari, 1996 in Dickstein a Deutsch, 2007, s. 947).

Zdá se tedy, že pro úzkostné a málo motivované pacienty nemá trénink MI velký přínos. Ovšem zapojení MI do terapie může vést ke zvýšení sebevědomí a motivace, tudíž není na místě tyto pacienty z terapie MI vyřazovat, ale naopak podporovat a více motivovat (Dickstein a Deutsch, 2007, s. 947).

3.4 Řízení představy pohybu

Paleta pohybových možností člověka je velmi pestrá. Pro dosažení určitého cíle lze zvolit různých způsobů, jak jej dosáhnout. Blíže tuto skutečnost popisují Gribble a Scott na příkladu zvednutí hrnku. Chce-li někdo hrnek zvednout, může se rozhodnout, kterou HK použije. Zda-li pravou, nebo levou. Také může zvolit libovolné nastavení úhlu v ramenním kloubu, způsob úchopu atd. (Gribble a Scott, 2002 in: Mulder, 2007, s. 1265).

Člověk je schopen ovládat různé druhy lokomoce. Je schopen chodit, pohybovat se pozpátku, může skákat, tančit, běhat... Zdá se, že je schopen vykonat nepřehledné množství pohybů, aby dosáhl kýženého cíle, což je základní rys motorického systému (Gribble a Scott, 2002 in: Mulder, 2007, s. 1265).

3.4.1 Role kortikálních oblastí

Ve chvíli, kdy si jedinec představí, že vykonává určitý pohyb, dochází k aktivaci rozsáhlé frontoparietální sítě. Kromě toho vykazují aktivitu během imaginace také subkortikální oblasti a mozeček. Během MI dochází k aktivaci motorických programů jako při reálné exekuci pohybu, ovšem bez pohybové odezvy (Héту et al., 2013, s. 941). Héту et al. uvádějí, že oblasti zapojené během skutečného pohybu jsou aktivní také během MI (Héту et al., 2013, s. 941).

Meister et al. (2004, s. 219-228) zkoumal kortikální reprezentaci pohybu u 12 studentů hudební konzervatoře hrajících na klavír. Nejprve bylo provedeno měření fMRI během hry

pravou rukou na vypnuté (tiché) klávesy, při kterém došlo k aktivaci primární senzomotorické oblasti levé strany, pravé části mozečku a premotorické/suplementární oblasti, Brodmannovy arey (BA) 40 a bilaterální extrastriální zrkové oblasti BA 18 a BA 19. Následně byla měřena aktivita kortikálních oblastí při představě hry na klavír (téže skladby shodnou rukou). V tomto případě byly aktivovány totožné dráhy s výjimkou primární senzomotorické oblasti levé hemisféry a pravé části cerebella. K aktivaci suplementární a motorické oblasti došlo v tomto případě převážně na levé straně, neboť představovaný pohyb se vztahoval pouze k pravé HK (Meister et al., 2004, s. 223). Aktivace frontální a parietální oblasti koresponduje s výsledky ostatních studií zaměřených na představu pohybu (Meister et al., 2004, s. 223).

Primární motorická oblast

Primární motorická oblast uložena v gyrus precentralis zajišťuje volní motoriku (Hudák a Kachlík, 2017, s. 436). Tato oblast je somatotopicky uspořádaná a stimulací lze vyvolat kontralaterální pohyby těla (Trojan et al., 2005, s. 53). Míra zapojení primární motorické oblasti během imaginace pohybu byla častým předmětem diskusí (Mulder, 2007, s. 1267; Jeannerod a Frak, 1999, s. 738; Roth et al., 1996, s. 1280). Některé studie aktivitu M1 prokázaly, v jiných zase zaznamenána nebyla (Mulder, 2007, s. 1267; Deiber et al., 1998, s. 73-85). Předpokládalo se, že aktivita této oblasti nebude při představě pohybu patrná (Decety et al., 1991, s. 1), neboť struktury této arey mají v repertoáru zajištění provedení pohybu (Hudák a Kachlík, 2017, s. 436), k čemuž během představy pohybu nedochází. Ovšem tato hypotéza byla v jiných studiích vyvrácena, a aktivita v primární motorické oblasti byla naměřena.

Například ve studii Roth et al. (1996, s. 1280-1284) bylo zaznamenáno pomocí fMRI významné zapojení kontralaterální primární motorické oblasti u čtyř ze šesti testovaných jedinců. K bilaterální aktivaci došlo během představy pohybu v premotorické oblasti a v rostrální části posteriorní somatomotorické oblasti (Roth et al., 1996, s. 1280).

Porro et al. (1996, s. 7688-7698) zkoumali intenzitu fMRI během imaginace a provádění pohybu. Probandi měli za úkol opakovaně provádět opozici palce. Potvrdili tak, že během pohybu dochází k aktivaci předpokládané části primární motorické oblasti posteriorní části gyrus precentralis. Aktivita v primární motorické oblasti byla tedy zaznamenána i v rámci představy pohybu, ovšem ne v takovém rozsahu, jako při skutečné exekuci pohybu. Jednalo se přibližně o 30 % aktivitu v porovnání s reálným pohybem (Roth et al., 1996, s. 1280-1284; Porro et al., 1996, s. 7688-7698). Rozdíl byl znatelný v intenzitě, která byla nižší (Lotze a Halsband, 2006, s. 388; Porro et al., 1996, s. 7693), trvala kratší dobu (Lotze a Halsband,

2006, s. 387) a na snímcích magnetoencefalografie byla aktivovaná oblast menšího rozsahu (Wilfried et al., 1996, s. 128).

Úlohu primární motorické dráhy během představy pohybu lze měřit i cíleněji. A to skrze kortikospinální excitabilitu. V experimentu Fadiga et al. spustila TMS motorického kortexu motoricky evokovaný potenciál (MEPs) ve svalech paže během imaginace pohybu. U svalů zahrnutých v představovaném pohybu došlo k nárůstu MEPs. V souladu s tím tedy došlo při představované flexi zápěstí ke zvýšení MEPs ve flexorech zápěstí. V antagonní skupině, tedy u extensorů k žádné změně MEPs nedošlo (Fadiga et al., 1998, s. 147-158).

Premotorická a suplementární motorická oblast

Na primární motorickou oblast rostrálním směrem navazuje premotorická oblast, která je zapojená do přípravy motorických vzorů a zvratu pohybu (Hudák a Kachlík, 2017, s. 436). Má tedy významný podíl na plánování, přípravě a provedení pohybu (Hoshi a Tanji, 2007, s. 234-242). Drážděním této oblasti je možné vyvolat hrubé komplexní pohyby (Trojan et al., 2005, s. 57). Při poškození dochází k ideomotorické apraxii, tedy neschopnosti vykonat náročnější pohyby, jako například odemykání dveří a podobné úkony. Suplementární motorická oblast leží na mediální ploše lobus frontalis a zastává obdobné funkce, jako premotorická oblast (Hudák a Kachlík, 2017, s. 436).

Premotorická a suplementární motorická oblast se somatotopickým uspořádáním hraje v rámci MI podstatnou roli (Hanakawa, 2016, s. 60; Mizuguchi et al., 2012, s. 105; Roth et al., 1996, s. 1280). Během představy pohybu prstů na ruce, prstů na nohou a jazyka byla v premotorické a suplementární motorické oblasti zaznamenána aktivita v odpovídajících částech homunkulu. Totožné oblasti byly aktivovány také během reálného pohybu (Ehrsson, Geyer a Naito, 2003, s. 3304-3316).

Kasess et al. na základě své studie objasnili funkci suplementární motorické oblasti v rámci představy pohybu i z jiného úhlu pohledu. Podle těchto autorů není somatomotorická oblast aktivní pouze v rámci přípravy a exekuce pohybu, nýbrž má také vliv na potlačení pohybů, které jsou zakódované v motorickém systému, ale jejich provedení není v danou chvíli žádoucí. V rámci představy pohybu má tedy suplementární motorická oblast důležitou funkci spočívající v potlačení svalové kontrakce (Kasess et al., 2008, s. 828-837; Mizuguchi et al., 2012, s. 105).

Parietální oblast

Parietální oblast hraje důležitou roli v integraci senzorických a motorických signálů s účelem jejich transformování, které je nezbytné pro plánování a vedení pohybu (Fogassi

a Luppino, 2005, s. 629). Aktivita této oblasti je patrná jak při vykonávání pohybu, tak i během imaginace pohybu (Héту et al., 2013, s. 942). Rozdíly aktivity inferiorní části parietální oblasti při představě pohybu a při vlastním provedení pohybu byly zkoumány pomocí PET v rámci studie Deiber et al. (1998, s. 73-85). Během pouhé představy došlo k aktivaci kontralaterální infero-parietální oblasti. Když se následně přidal k představě skutečný pohyb, aktivita se v této lokalitě snížila. Z toho byl vyvozen závěr, že tato oblast obstarává při představě pohybu inhibici jeho provedení (Deiber et al., 1998, s. 73-85).

3.4.2 Role subkortikálních oblastí

Proces představy pohybu také zahrnuje struktury subkortikální oblasti, jako jsou bazální ganglia a mozeček (Hanakawa, 2016, s. 61). Role bazálních ganglií během úmyslného pohybu zřejmě spočívá v programování pomalých ustálených pohybů. K této úvaze vede skutečnost, že bazální ganglia zvyšují svoji vzruchovou aktivitu již před započítím pohybu (Trojan et al., 2005, s. 62). Mozeček zase koordinuje a upravuje parametry pohybu se zacílením na jeho bezchybné provedení. Zároveň umožňuje ostatním strukturám mozku vykonávat jejich funkci. Je tak připodobňován k výkonnému počítači, jenž obstarává motorické zručnost i mentální funkce (Trojan et al., 2005, s. 74).

Během představy pohybu jsou bazální ganglia a mozeček taktéž zapojeny (Hanakawa, 2016, s. 61). Imaginace pohybu se účastní také bazální ganglia (putámen a palidum), která během exekuce pohybu obstarávají výběr pohybových programů (Grillner et al., 2005, s. 364-370). U lidí s Parkinsonovou chorobou je proces představy pohybu narušen. Dominey et al. (1995, s. 727-741) hovoří o deficitu v oblasti rychlosti.

3.5 Kortikální plasticita

Kortikální manifestace pohybu v mozku dospělého jedince není pevně daná, ale je vysoce dynamická a variabilní (Lledo et al. 2006 in Mulder, 2007, s. 1266), jak vyplývá mimo jiné ze studie Rossini et al. (2003, s. 493-502). Jednotlivá propojení kortikálních oblastí jsou v neustálé přestavbě. Děje se tak v závislosti na změně přijímaných stimulů jak z centrálních, tak z periferních oblastí. Jinak řečeno empirie (prožitek) může měnit strukturu mozku. Tato schopnost dynamické přestavby senzoričké a motoričké kortexu je důležitou složkou učení, a také významným faktorem v procesu zotavování po defektech v oblastech nervové tkáně (Mulder, 2007, s. 1266).

Pojem plasticita mozku označuje schopnost mozkové tkáně reagovat na změnu. Díky tomu je možné funkční nahrazení poškozené části mozku jinou korovou oblastí (Hudák a Kachlík, 2017, s. 456). Neurofyziologické studie používající TMS ukazují, že mohou být v souvislosti s reálným provedením či observací pohybu vyvolány neuroplastické změny v kortikální reprezentaci pohybu. (Yoxon a Welsh, 2019, s. 1). Výsledky studie Yoxon a Welsh (2019, s. 8) naznačují, že je možné prostřednictvím představy pohybu vyvolat změny v plasticitě kortikální oblasti reprezentující pohyb.

Studie zabývající se neuroplasticitou názorně ukazují schopnost tvárnosti mozku, která je podmíněna vstupy z okolního prostředí. K tomu dochází jak u nepoškozeného mozku, tedy skrze učení, tak i u mozkové tkáně s určitým deficitem (Bavelier a Neville, 2002 in: Rossini et al., 2003. s. 499).

Merzenich et al. uvádí, že hypoaktivita, tedy snížená odezva na aferentní vjem určité části těla vede ke zmenšení kortikální somatosenzorické oblasti dané části těla (Merzenich et al., 1983, s. 33-55). Tato reorganizace nemusí být výsledkem pouze strukturálního poškození. Vzniká také při sníženém množství sensorických vjemů, jako například při dočasném útlaku nervu (Edeline, Pham a Weinberger, 1993 in Mulder, 2007, s. 1266). Zanette et al. (2004, s. 1264-1275) popisují, že k neuroplastickým reverzibilním změnám může dojít v důsledku dlouhodobé imobilizace.

K reorganizaci centrálních částí nervové soustavy nedochází pouze v důsledku snížení sensorických vstupů, nýbrž i jako následek zvýšeného množství sensorických vjemů (Mulder, 2007, s. 1266). Například Classen et al. (1998, s. 1117-1123) ukázal, že i během krátké doby (5-30 minut) lze opakováním jednoduchých pohybů způsobit změny v kortexu. Tento jev lze považovat za krátkodobou motorickou paměť a první krok v získávání nových dovedností (Classen et al., 1998, s. 1117-1123).

Přestavba somatosenzorické a motorické oblasti byla také shledána jako následek neuropatické a muskuloskeletální bolesti. Rozsah reorganizace mozku u pacientů s chronickou „low back pain“ a fibromyalgiemi se přímo úměrně zvětšuje s dobou trvání bolesti. U fantomových bolestí a dalších bolestí na neuropatickém podkladě jde přestavba ruku v ruce s intenzitou bolesti (Flor, 2003, s. 66-72). Této skutečnosti lze využít i v opačném směru. U pacientů s bolestmi lze ke snížení bolesti využít techniky představy pohybu. Vliv představy pohybu na snížení fantomových bolestí byl potvrzen ve studii Limakatso et al. (2020, s. 65-74). Této studii se zúčastnilo 21 jedinců s amputovanou končetinou a přetrvávajícími fantomovými bolestmi. Členové experimentální skupiny využívající v rámci šestitýdenní terapie také představu pohybu vykazovali ve snížení bolestivosti vlivem terapie značně lepších výsledků

než členové kontrolní skupiny (Limakatso et al., 2020, s. 65-74). Dále byl prokázán efekt představy pohybu na chronickou bolest u pacientů se syndromem bolestivého ramene. Na základě výsledků studie, které se zúčastnilo sto sedm pacientů se syndromem bolestivého ramene autoři studie dospěli k závěru, že krátkodobý terapeutický program zahrnující MI zlepšuje afektivní komponenty bolesti u těchto pacientů (Araya-Quintanilla et al., 2020, s. 2496-2501).

3.5.1 Zrcadlové neurony v rámci observace

Observace z anglického „action observation“ je dynamický děj, během kterého pozorovatel (např. pacient) sleduje určitý úkon (Sale, Ceravolo a Franceschini, 2014, s. 1). Observace je tak ve své podstatě velmi blízká vizuální představě pohybu, neboť v obou případech dochází k procesům v CNS závislým na pozorování externího prostředí. Na rozdíl od imaginace pohybu není ale pro observaci nezbytně nutná vědomá volní kontrola (Ranganathan et al., 2004, s. 944-956). Například rehabilitační přístupy spatřují perspektivu v systematickém pozorování běžných denních činností, tzv. „activities of daily living“ (ADL), a jejich napodobování. K aktivaci motorických oblastí mozku nedochází, jak již bylo zmíněno, jen a pouze při vykonávaném pohybu, ale i při vědomém zapojení motorických oblastí (motor imagery) nebo pouhém sledování pohybu, tedy observaci (Jeannerod, 2001, s. 103-109). Observace pohybu využívá neurofyziologických mechanismů, jimiž je mozek schopen propojit pozorovanou činnost s příslušnou motorickou oblastí (Buccino, Solodkin a Small, 2006, s. 55-63), a to díky aktivaci systému zrcadlových neuronů.

Zrcadlové neurony, neboli „mirror neurons“ jsou speciální neurony, které převádějí určitou senzorkou informaci do motorického formátu. Zapojují se jak při exekuci pohybu, tak i při pozorování podobného pohybu vykonávaného jinou osobou (Fabbri-Destro, Rizzolatti, 2008).

Je-li člověk v kontaktu s další osobou, podvědomě napodobuje svojí mimikou výraz tváře druhé osoby (Likowskij et al., 2012, s. 1). Tuto skutečnost potvrdili ve své studii Likowskij et al. (2012, s. 1-10). Výzkumu se zúčastnilo 23 žen (3 byly z výzkumu vyřazeny). Testovány byly pouze ženy. Ačkoli se mimika mužů a žen kvalitativně neliší, jinak řečeno dochází k aktivaci shodných svalů, výraz tváře žen je zřetelnější a lépe čitelný (Dimberg a Lundqvist, 1990, s. 151-159). Tyto probandky měly za úkol sledovat virtuální osoby vyjadřující různé emoce. Během tohoto procesu byla sbírána data o aktivitě svalů pomocí faciální EMG. Konkrétně šlo o musculus zygomaticus major (Likowskij et al., 2012, s. 1), který zdvihá laterální třetinu sulcus nasolabialis a je tak zapojen během smíchu (Hudák a Kachlík, 2017.,

s. 106), a musculus corrugator supercilii (Likowskij et al., 2012, s. 1), který táhne obočí mediokaudálním směrem a vytváří svislé rýhy nad kořenem nosu. Je tak hlavním ukazatelem výrazu bolesti a zamračení (Hudák a Kachlík, 2017., s. 105). Výsledek studie prokázal navýšení aktivity musculus zygomaticus major při výrazu radosti, oproti „normálu“, nebo výrazu smutku či stavunaštvání. Musculus corrugator supercilii byl naopak v porovnání s „normálním stavem“ a radostí více aktivován při sledovaných emocích smutku (Likowskij et al., 2012, s. 1-10).

Povědomí o existenci zrcadlových neuronů je poměrně mladé. Zrcadlové neurony byly nejdříve objeveny a popsány u opic (Rizzolatti et al., 1996; Gallese et al., 1996). Rizzolatti et al. zjistili, že k aktivaci premotorické oblasti a části inferiorního parietálního lobe mozkové kůry makaků nedochází pouze při pohybu, ale i ve chvílích, kdy makak pozoroval člena výzkumného týmu, který dělal stejné pohyby (Likowski et al., 2012, s. 1-10). Pojmenovali tedy tento systém jako „mirror neurons system“, protože to vypadalo, jako by pozorování pohybu aktivovalo vlastní motorický systém. Později byl popsán ekvivalentní systém motorických neuronů i u lidí (Likowski et al., 2012, s. 1-10, Fabbri-Destro a Rizzolatti, 2008, s. 171).

Nejdůležitějšími oblastmi zrcadlových neuronů se zdají být lobus parietalis inferior a ventrální premotorický kortex včetně kaudální části gyrus frontalis inferior (Buccino, Solodkin a Small, 2006, s. 59; Fabbri-Destro a Rizzolatti, 2008, s. 173). V premotorické oblasti systému zrcadlových neuronů je navíc zachovaná somatotopická organizace (Fabbri-Destro a Rizzolatti, 2008, s. 173). Dále byly zrcadlové neurony detekovány i v oblasti sulcus temporalis superior, která se zdá být hlavním vizuálním vstupem do systému zrcadlových neuronů (Likowski et al., 2012, s. 1-10).

Díky svému anatomickému uložení hrají zrcadlové neurony roli v napodobování, komunikaci, chápání i v emočních prožitcích (Fabbri-Destro a Rizzolatti, 2008, s. 171).

Tradiční neurorehabilitace, které se dostává pacientům po CMP je koncipována technikami zaměřenými na cílenou stimulaci paretické končetiny (Rossetti, Rode a Goldenberg, 2005, s. 475-497). Princip úspěchu spočívá v opakování aktivních pohybů paretickou končetinou, což vede k neuronální plasticitě. Zkušenosti význam repetitivnosti, která přispívá ke kortikální plasticitě, dobře prokazují (Shepherd, 2001, s. 121-129; Byl et al., 2003, s. 176-191; Dombovy, 2004, s. 31-35).

4. Ovlivnění posturální stability představou pohybu

4.1 Vliv představy pohybu na stabilitu u běžné populace

Studie zdravých jedinců prokazují v souvislosti s představou pohybu v mnoha ohledech větší kvalitu výkonu. Dochází k nárůstu svalové síly určitých svalových skupin (Sidaway a Trzaska, 2005, s. 1053-1060; Zijdewind et al, 2003, s. 168-173), zvýšení rychlosti (Gentili, Papaxanthis a Pozzo, 2006, s. 761-772) a v kombinaci s propioceptivní neuromuskulární facilitací nastává zvětšení rozsahu pohybu (Williams, Odley a Callaghan, 2004, s. 160-166). Hamel a Lajoie popisují lepší kontrolu posturální stability u starší populace v souvislosti s tréninkem MI (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228).

Dopadem představy pohybu na posturální funkce u lidí mezi 19. -34. rokem se ve své studii zabývali Grangeon, Guillot a Collet (2011, str. 47-56). Cílem bylo poskytnout důkaz, že představa pohybu může mít pozitivní dopad na posturální stabilitu. Dvacet účastníků experimentu bylo požádáno, aby si představili, že stojí na silové plošině. Výsledky ukázaly pokles oscilací ve frontální a sagitální rovině oproti stavu, kdy byla imaginace vynechána (motionless condition). Naopak při imaginaci skoků do výšky se amplituda posturální oscilace zvýšila ve vertikálním směru. Výsledky studie svědčí o skutečnosti, že mechanismy zajišťující posturu vykazují odpovídající aktivitu představované motorické činnosti (Grangeon, Guillot a Collet, 2011, s. 47).

Ovlivnění stability běžné populace bez zdravotních deficitů prostřednictvím představy pohybu bylo také předmětem studie Cha a Kim (2016, s. 2041-2043). Experimentu se zúčastnilo třicet jedinců v průměrném věku 22 let. Náhodně byli rozděleni do dvou skupin po patnácti členech. Do jedné experimentální a druhé kontrolní skupiny. Všichni účastníci studie během čtyř týdnů absolvovali dvacet tréninků spočívajících ve 20minutovém balančním cvičení na gymnastickém míči se zaměřením na správné držení těla a eliminaci výchylek laterálním a anterio-posteriorním směrem. Experimentální skupina podstoupila navíc před každým cvičením desetiminutový trénink MI. Trénink MI se odehrával v klidném prostředí. Po dvouminutové „zahřívací fázi“ následoval šestiminutový trénink MI. Účastníkům studie byl prostřednictvím nahrávky zprostředkován popis imaginární situace stabilního sedu na gymnastickém míči, a to z perspektivy první osoby s důrazem na vnímání tlaku z chodidel, propioceptivních informací z hlezenních, kolenních a kyčelních kloubů při přenosu váhy. Zbývající dvě minuty byly věnované „navrácení jedince do reality“ Cha a Kim (2016, s. 2041-2043).

Během měření balančních schopností stáli probandi na trojúhelníkové desce s chodidly vzdálenými na šířku ramen a pažemi volně visícími podél těla. Byli vyzváni k udržení vzpřímeného symetrického stoje, přičemž zrakem fixovali bod před sebou, aby byly minimalizovány pohyby hlavy. Při této poloze byl třikrát po třiceti sekundách odečítán střed zatížení a z naměřených hodnot vypočítán průměr. Signifikantní rozdíl ve srovnání s prvotním měřením a mezi oběma skupinami byl zaznamenán u medio-laterální stability a indexu balančních funkcí. Na základě výsledků studie bylo konstatováno, že využití MI v kombinaci s balančním tréninkem vedlo k pozitivnímu ovlivnění stability těla (Cha a Kim, 2016, s. 2041-2043).

4.2 Využití představy pohybu v oblasti sportu

Imaginační techniky, jako je představa pohybu, jsou používány v rámci různých sportů (Guillot a Collet, 2005, s. 387; Munzert a Lorey, 2013, s. 326). Vysoké procento (70-90%) elitních sportovců potvrzuje praktikování tréninku MI (Mizuguchi et al., 2012, s. 107). Při zařazení MI do tréninku je u sportovců pozorován zvýšený sportovní výkon (Feltz a Landers, 2007, s. 25-57; Mizuguchi et al., 2012, s. 107).

Výhodou tréninku MI je, že může být vykonáván jak pod vedením trenéra, tak i bez supervize, tedy samotným sportovcem (Munzert a Lorey, 2013, s. 326). Dalším kladem je finanční nenáročnost. Navíc pro trénink MI nejsou potřeba žádné speciální pomůcky (Bock, Schott a Papaxanthis, 2015, s. 1).

Na praktikování tréninku u 381 sportovců ze šesti sportovních oblastí (fotbal, americký fotbal, lední hokej, squash, gymnastika, krasobruslení) se dotazovali Hall et al. (1990 in Munzert a Lorey, 2013, s. 326). Překvapivým zjištěním bylo, že frekvence praktikování MI koreluje s profesionální úrovní sportovce. Sportovci pohybující se na vrcholové úrovni uváděli oproti sportovcům na nižší konkurenční úrovni častější praktikování MI před závodem/soutěží, nebo v rámci tréninků. Zároveň byl také mezi nimi spatřován rozdíl ve kvalitě imaginace (Munzert a Lorey, 2013, s. 326).

Z dotazníků vyplynulo, že sportovci věnující se disciplínám, při kterých není tolik nezbytná schopnost předvídat (gymnasté, krasobruslaři), využívají více kinestetickou představu (Salmon, Hall a Haslam, 1994 in: Munzert a Lorey, 2013, s. 326; Schmidt a Lee, 2005 in: Munzert a Lorey; Mahoney a Avenier, 1977, s. 138). Naproti tomu sportovci, kteří musí neustále anticipovat změny okolí, uvádějí relativně vyrovnaný poměr v používání kinestetické a vizuální představy (Salmon, Hall a Haslam, 1994 in: Munzert a Lorey, 2013, s. 326).

Ze studie Barr a Hall (1992, s. 243-261) bylo vyvozeno, že u elitních veslařů dochází ve větší míře k využití kinestetické představy pohybu, popřípadě vizuální představy z perspektivy první osoby. Také veslaři na vrcholové úrovni uvádějí subjektivně lepší techniku veslování v souvislosti s tréninkem MI. Tyto údaje vyplývají z průzkumu, který byl proveden u 327 veslařů od začátečnické úrovně po profesionály (Barr a Hall, 1992, s. 252).

4.3 Využití představy pohybu v rámci rehabilitace

4.3.1 Představa pohybu v rehabilitaci u jedinců starší populace

Do škály jevů narušujících posturální stabilitu se řadí i stáří (Vařeka, 2002, s. 115). Věk, jakožto další aspekt mající vliv na držení těla, spadá mezi dlouhodobé změny označované jako „pomalá dynamika CNS“ (Chiba et al., 2016, s. 97). Podle míry poškození balančních funkcí dochází u jedince více či méně k narušení schopnosti sebeobsluhy a vykonávání běžných denních aktivit (ADL). Dysfunkce posturální stability zároveň vede k poruchám lokomoce. Automaticky tak stoupá riziko pádů. S nimi spojená zranění mohou mít velmi vážné až fatální následky (Vařeka, 2002, s. 115; Kolář et al., 2009, s. 41). Hlavní příčina náhodných úmrtí u starší populace jsou pády, které jsou důsledkem nedostatečné posturální kontroly (Sefton, Yarar a Berry, 2012, s. 16). Pomine-li se negativní dopad přímo na daného jedince, lze v této problematice spatřovat také následky celospolečenské. Těmi jsou myšleny vyšší finanční náklady ve sféře zdravotnických a sociálních služeb (Vařeka, 2002, s. 115; Kolář et al., 2009, s. 41).

Některé studie prokázaly v souvislosti s praktikováním MI u starších jedinců lepší kontrolu posturální stability (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228). Potenciální využití MI v rámci terapie u starší populace bylo zkoumáno u třiceti šesti žen starších sedmdesáti let (Fansler, Poff a Shepard, 1985, s. 1332-1338). Výsledky naznačily, že mentální cvičení představou pohybu může vést ke zlepšení výkonu, čehož lze využít i v rámci fyzioterapeutické intervence.

Hamel a Lajoie (2005, s. 223-228) provedli studii, která se zabývala hodnocením efektivnosti představy pohybu jakožto techniky zaměřené na zlepšení rovnováhy těla prostřednictvím eliminace oscilací a zvýšené pozornosti. Do studie bylo zařazeno dvacet lidí ve věku od 65 d 90 let. Dvanáct jedinců bylo součástí experimentální skupiny a osm tvořilo skupinu kontrolní, přičemž během experimentu nebyli podrobeni žádnému tréninku. Všichni účastníci studie museli dosahovat určité výchozí úrovně v použitých metodách a být podle lékařského dotazníku v pořádku po fyzické i mentální stránce. Na začátku i na konci studie bylo provedeno měření oscilací v antero-posteriorním a laterálním směru. Měření trvalo

jednu minutu, bylo čtyřikrát zopakováno a ze získaných údajů byla vypočítána průměrná hodnota (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228).

Dále byla měřena reakční doba během tzv. „double task“. Toto měření probíhalo ve dvou krocích. První úkol spočíval v udržení stabilního vzpřímeného stoje na silové plošině. Následně se k tomuto úkolu přidal požadavek rychlé slovní reakce na zvukový podnět. Tím došlo k detekování míry vyžadované pozornosti při prvním úkolu. Hodnocení probíhalo pomocí BBS, ABC a dotazníku VMIQ (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228).

Každý den po dobu šesti týdnů praktikovali členové experimentální skupiny trénink pohybu v představě. Členové kontrolní skupiny žádnému tréninku podrobeni nebyli. Trénink představy pohybu byl inspirován metodou, kterou vyvinuli Porter a Foster. Tato specifická metoda byla upravena potřebám studie. Spočívala v počáteční pětiminutové relaxaci s prvky Jacobsonovy progresivní relaxace. Následoval samotný mentální trénink, při kterém si probandi měli představovat dokonalý stabilní stoj na silové plošině (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228).

V závěrečném měření došlo oproti kontrolní skupině u jedinců praktikujících trénink pohybu v představě k výraznému poklesu posturálních oscilací, a to především v antero-posteriorním směru. Na podkladu měření posturálních oscilací došlo ke zlepšení stability u skupiny praktikující MI. Reakční doba byla při závěrečném měření značně snížena u experimentální skupiny. U kontrolní skupiny nebyly naměřeny významné rozdíly. Naopak hodnoty BBS a ABC vyšli bez značných změn. U experimentální skupiny došlo po tréninkovém období k nárůstu VMIQ skóre (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228).

Prevence pádů u starší populace velmi souvisí s rovnováhou, posturálními oscilacemi a mírou vyžadované pozornosti pro udržení stability. Proto se díky snížení požadavků na pozornost potřebnou k udržení stability může jedinec zaměřit na další faktory, které by mohly stabilitu narušit. Benefity spočívající v praktikování MI se tedy neskrývají pouze ve snížení oscilací, ale jsou spatřovány také ve větší míře automaticnosti při udržování stability těla (Hamel a Lajoie, 2005, s. 223-228).

Problematice stability starší populace a její ovlivnění pomocí MI se věnovala studie Batson et al. (2006, s. 1-18). Předmětem výzkumu bylo zlepšení stability a chůze u starších lidí v důsledku šestitýdenního praktikování MI. Výzkumu se zúčastnilo šest žen, které byly rozděleny do dvou skupin. Dvakrát týdně se experimentální skupina podrobila dvacetiminutovému cvičení představy pohybu, na které navazovalo dalších dvacet minut fyzického tréninku, kterého se již účastnila i kontrolní skupina. Kontrolní skupina podstoupila místo cvičení MI dvacetiminutovou přednášku o zdraví a zdravém životním stylu (Batson et al.,

2006, s. 1-18). Hodnocení výsledků probíhalo na základě naměřených hodnot BBS, Time Up and Go (TUG) a Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC).

Účelem studie bylo prokázat pozitivní efekt kombinace MI a fyzického tréninku na stabilitu, rychlost a subjektivně větší pocit jistoty u starších jedinců. Zlepšení bylo naměřeno v rámci BBS, ovšem ostatní výsledky nebyly v porovnání s kontrolní skupinou statisticky významné. Autoři studie uvádí, že pro stanovení vlivu MI na stabilitu je zapotřebí dalších výzkumů (Batson et al., 2006, s. 1-18).

4.3.2 Představa pohybu v rehabilitaci pacientů po cévní mozkové příhodě

Převážná většina studií zabývajících se terapií pomocí představy pohybu se odehrává na poli neurorehabilitace, zejména pak rehabilitace po CMP (Braun et al., 2006, s. 842-852; Jackson et al., 2001, s. 1133-1141; Sharma, Pomeroy a Baron, 2006, s. 1941-1952).

Nejrozšířenějším problémem u pacientů po prodělané CMP je snížená stabilita a porucha posturálních funkcí. Tento deficit vede k nestabilní chůzi a ke zvýšené pravděpodobnosti výskytu pádů. Stabilitu a posturální kontrolu lze ovlivnit cvičením. Také se ale předpokládá, že benefity spojené se stabilitou by mohly nastat díky mentálnímu cvičení, během kterého dochází k podobným dějům jako při reálném pohybu (zvýšený průtok krve v příslušné části mozku, vegetativní děje, atd.) (Hosseini et al., 2012, s. 263).

Zotavení a znovuoobnovení funkčnosti postižených oblastí závisí na rozsahu poškození, typu iktu a jeho lokalizaci (Wallace et al., 2010, s. 471-478). Dále pak na procesech hojení, kvalitě a intenzitě rehabilitace (Sale, Ceravolo a Franceschini, 2014, s. 1). Sharma, Pomeroy a Baron (2006, s. 1941-1952) připodobňují představu pohybu k „zadním vrátkům“, v originále „backdoor“, odkud je možné „oslovit“ motorický systém a začít rehabilitovat v podstatě v jakémkoli stádiu po CMP.

Na efekt představy pohybu v rámci rehabilitace pacientů po CMP se zaměřili ve svých studiích například Page et al. a Malouin et al. Porovnávali vliv fyzické terapie s terapií, která byla obohacena o trénink pohybu v představě. Závěr těchto studií mluví ve prospěch kombinace fyzického tréninku a imaginace pohybu. Dle efektivnosti účinku následuje fyzický trénink, který má pro pacienta značnější přínos, než pouhá představa pohybu. Představa pohybu ovšem zaujímá v rámci terapie také své místo. Pacienti praktikující alespoň trénink pohybu v představě dosahují lepších výsledků než pacienti, kteří žádnou terapií neprošli (Page et al., 2001b, s. 1455-1462; Malouin et al., 2004b, s. 66-75).

V souvislosti s terapií MI byl prokázán pokrok u pacientů po CMP s přetrvávající hemiparézou. Zlepšení bylo zaznamenáno v rámci vertikalizace do stoje, pohybech kotníku,

a při ADL aktivitách (Page, Levine a Leonard, 2005, s. 399-402; Liu et al., 2004, s. 1403-1408; Malouin et al., 2004b, s. 66-75). Rovněž nastalo zlepšení jak při izolovaných pohybech ruky a prstů, tak i v dosahových aktivitách (Dijkerman et al., 2004, s. 538-349; Stevens a Stoykov, 2003, s. 1090-1092). Po terapii představou pohybu došlo ke zmírnění jevů spojených s jednostranným neglect syndromem (Niemeier, Cifu a Kishore, 2001, s. 10-18; Smania et al., 1997, s. 430-436). Dále bylo zjištěno, že obnovení lokomočních schopností narušených v důsledku prodělané CMP lze očekávat kolem 6.-11. týdne (Jorgensen et al., 1995, s. 27 in: Dickstein, Dunskey a Marcovitz, 2004, s. 1168). Ovšem i přes důkazy o pozitivních účincích představy pohybu, není terapie pomocí imaginace vhodná u všech pacientů po prodělaném iktu. Respektive nemusí mít kýžený efekt (Johnson, 2000, s. 729-732). Například pacienti s lézí parietálního lobe (Sirigu et al., 1996, s. 1564-1566), nebo levé laterální prefrontální oblasti nejsou představy pohybu schopni (Lotze a Halsbans, s. 391).

Obvyklým problémem u pacientů po prodělané CMP bývá změna pozice sedu a stoje. Pacienti mají tedy potíže vstát z pozice sedu a následně se posadit ze vzpřímeného stoje (Malouin et al., 2004a, s. 177), což může způsobovat problémy v rámci sebeobsluhy a ADL činností. Ve srovnání se zdravými lidmi potřebují pacienti po CMP podle Engardt a Olsson (1992, in Malouin et al., 2004a, s. 177) pro vykonání této změny polohy o 25 % - 61 % více času. Zároveň nedochází k plnému zatížení postižené DK, což vede k přenosu váhy nad zdravou DK, a to o 20 % - 25 % (Malouin et al., 2004a, s. 177).

Malouin et al. (2004a, s. 177-183) zapojili do své studie dvanáct pacientů ve věku od 30 do 75 let po prodělané CMP s přetrvávající hemiparézou a sledovali vliv MI na zatížení paretické DK. Kontrolní skupina experimentu čítala čtrnáct zdravých lidí shodného věku a pohlaví. Podmínkou účasti ve studii byla schopnost vstát ze sedu a opětovně se posadit bez nutnosti využití pomoci jištění HKK. Provedení tohoto úkolu bylo hodnoceno na začátku experimentu, po dokončení tréninku MI a den poté. Hodnocení studie probíhalo na základě naměřených hodnot ze tří silových plošin, které zaznamenávaly rozložení váhy mezi dolními končetinami pacienta. Jedna silová deska byla umístěna pod židli, na které pacient seděl, druhá a třetí pod jeho chodidly. Pacient byl vyzván, aby hleděl vpřed. Byl instruován, aby se při zaznění zvukového signálu postavil (bez použití HKK). Další zvukový signál byl pro něj pokynem, aby se znovu posadil (Malouin et al., 2004a, s. 177-183).

Na začátku terapie proběhlo seznámení s úkolem, který měli pacienti v rámci experimentu provádět. Před samotným tréninkem MI byli pacienti pomocí displeje poskytujícího vizuální zpětnou vazbu, obeznámeni o míře zatížení zdravé a paretické DK. Dostali instrukce, aby vyrovnali zatížení na obou DKK, tedy aby přenesli váhu nad paretickou

DK a zdravou DK více odlehčili. Použitou motorickou strategii pro dosažení rovnoměrného zatížení obou DKK si měli propojit s dějem sledovaným na obrazovce. To proto, aby si zapamatovali pocity a pohybové sekvence spojené s ne/úspěšným zvládnutím úkolu, a tím si vytvořili vnitřní obraz daného výkonu. Dále byli také požádáni, aby slovně popsali, co udělali pro zlepšení své výkonnosti (např. „přenes váhu doprava a nakloň se nahoru a vpřed.“), aby mohli později tyto strategie během mentální praxe znovu aktivovat. Po této fázi byl odstraněn displej a pacienti prostřednictvím MI trénovali správnou motorickou strategii. Pak následoval vlastní trénink, který byl sestaven z řady bloků, z nichž každý zahrnoval 1 fyzické provedení pohybu a 5 opakování prostřednictvím MI (tréninkový poměr 1 fyzické provedení pohybu / 5xMI). Během pohybové fáze provedli pacienti úkol po zaznění zvukového signálu. Při MI fázi měli pacienti zavřené oči a daný pohyb si pouze představovali, přičemž slovně informovali o započetí a ukončení daného pohybu (sedání, vstávání) (Malouin et al., 2004a, s. 177-183). Výsledky studie ukazují, že vlivem tréninkového poměru (1 fyzické provedení pohybu / 5 MI provedení) vzrostlo zatížení na paretické DK (Malouin et al., 2004a, s. 177-183).

Studie Dickstein, Dunskey a Marcovitz (2004, s. 1167-1177) taktéž cílila na vliv MI u pacientů s postiktální hemiparézou. Byla ovšem zaměřena na parametry chůze, neboť stabilita u starších lidí nebo u pacientů s neurologickým deficitem může být posílena skrze obnovení funkcí chůze (Grangeon, Guillot a Collet, 2011, s. 54). Výzkumu byl podroben muž ve věku 69 let s levostrannou hemiparézou sto dní od prodělaného iktu. V rámci výzkumu proběhlo 5 testování. Dva týdny před zahájením terapie MI, první den, po třech a šesti týdnech terapie MI a šest týdnů po ukončení terapie (Dickstein, Dunskey a Marcovitz, 2004, s. 1167-1177).

Všech osmnáct terapií probíhalo pod vedením stejného terapeuta, a to po dobu šesti týdnů. Terapie trvala 15 minut, s frekvencí tři terapie za týden po dobu šesti týdnů. Délka trvání experimentu byla zvolena ze dvou důvodů. Prvním důvodem byla dosavadní zkušenost s rehabilitačním programem terapie chůze, který trvá 4-8 týdnů (Dickstein, Dunskey a Marcovitz, 2004, s. 1171). Druhý důvod se opírá o studii, ve které byl u pacientů po CMP zlepšen jejich stav již po třech týdnech terapie MI (Page, et al. 2001a, s. 233-240).

V návaznosti na praktikování MI se zvýšila rychlost chůze. Největší rychlosti bylo dosaženo bezprostředně po šestitýdenní aplikaci MI. Šest týdnů po vysazení MI z tréninku rychlost chůze začala mít opět tendence ke zpomalování. Délka kroků byla na začátku experimentu pod hranicí fyziologického rozsahu. V rámci terapie MI došlo k prodloužení o 19,4 %. U hodnot kadence došlo k navýšení v polovině experimentu, následně se její hodnoty snižovaly. Délka doby, kdy jsou v rámci chůze obě DKK v kontaktu s podložkou (Double-

Support Time), byla při praktikování MI výrazně snížena. Symetrie chůze ale prostřednictvím MI zlepšena nebyla. Stojí však za zmínku, že si pacient nebyl schopen ani v rámci imaginace představit, že je jeho chůze symetrická. Podle autorů pravděpodobně nebyla použitá technika MI dostatečně přizpůsobena této problematice. Pro objasnění této oblasti by bylo podle autorů zapotřebí dalších studií (Dickstein, Dunsky a Marcovitz, 2004, s. 1167-1177).

Vliv terapie MI u pacientů po CMP se zaměřením na parametry chůze včetně symetrie sledovali ve své studii Dunsky et al. (2008, s. 1580-1588) o čtyři roky později. Do experimentu bylo zapojeno 17 pacientů (15 mužů a 2 ženy) s hemiparézou, kteří prodělali CMP více než tři měsíce před začátkem studie a byli schopni chůze bez hole na vzdálenost alespoň 6 metrů. Probandi praktikovali po dobu šesti týdnů patnáctiminutový trénink pohybu v představě, a to 3x týdně. Žádnou jinou terapii během této doby nepodstoupili. Během studie bylo provedeno 5 laboratorních měření. První měření proběhlo dva týdny před začátkem studie, druhé den před zahájením studie, třetí měření se uskutečnilo po třech týdnech experimentu, čtvrté po 6 týdnech tréninku MI a poslední tři týdny po skončení tréninku MI. Z výsledků studie vyplývá, že vlivem MI došlo ke zlepšení časoprostorových parametrů. Rychlost chůze vzrostla oproti počátečnímu měření v průměru o 40 %, délka kroku o 18 %, kadence byla navýšena o 8 %. Zvětšený rozsah pohybu (ROM) v kloubech byl naměřen pouze u kolenního kloubu. U hlezenního kloubu ke zvýšení nedošlo. Symetrie chůze byla zlepšena o 10 % (Dunsky et al., 2008, s. 1580-1588).

Přestože se doporučuje danou oblast ještě více prostudovat, autoři na základě studie podporují zařazení MI do rehabilitace u pacientů po CMP s přetrvávající hemiparézou (Dunsky et al., 2008, s. 1580-1588). K podobnému závěru došla také studie Hosseini et al. (2012, s. 263-267). Tato studie byla zaměřena na ovlivnění posturální stability představou pohybu u pacientů po CMP. Šestnáct mužů a čtrnáct žen po CMP ve věku od 32 do 73 let byli rozděleni do dvou skupin. Hodnocení intervence představy pohybu u těchto pacientů probíhalo na základě dotazníků Vividness Visual Imagery (VVIQ), Vividness Motor Imagery (VMIQ) a testů TUG a BBS. Měření se uskutečnilo týden před zahájením terapie, první a poslední den terapeutické intervence a dva týdny poté. Z prvních dvou měření se odečetla spontánní obnova posturálních funkcí. Rozdíl druhého a třetího měření signalizoval vliv samotné intervence. Hodnoty naměřené s dvou týdenním odstupem popisoval přetrvávající efekt terapie (Hosseini et al., 2012, s. 263-267).

Terapie u členů experimentální skupiny spočívala v intervenci složené z patnácti minut mentálního cvičení a třiceti minut běžné pohybové terapie. Prvních pět minut mentálního cvičení bylo věnováno relaxaci a zbylých deset minut samotnému mentálnímu cvičení, během

kterého pacienti leželi na zádech, měli zavřené oči a představovali si (z pozice třetí osoby), jak vstávají ze židle a jdou. Poté následovala vizualizace z perspektivy první osoby. Opět si měli pacienti představovat, že vstávají ze židle, jdou ke stěně vzdálené 3 metry, otáčejí se a vracejí se zpět na židli. Stejně, jako během měření. Tento úkol si představovali při každém dalším opakování ve vyšší rychlosti a s větší precizností. Kontrolní skupina provozovala po dobu 45 minut pouze pohybovou terapii. Obě skupiny se účastnily terapie třikrát za týden po dobu pěti týdnů (Hosseini et al., 2012, s. 263-267).

Měření ukázalo signifikantní rozdíly v TUG a BBS mezi kontrolní a experimentální skupinou. Ačkoli došlo ke zlepšení v obou skupinách, experimentální skupina dosáhla v těchto testech lepších výsledků. Autoři studie na základě výsledků experimentu uvedli, že lze vlivem mentálního tréninku dosáhnout zlepšení posturální stability u pacientů po CMP. Mentální trénink je tak podle nich považován za prospěšnou rehabilitační techniku u pacientů po CMP (Hosseini et al., 2012, s. 263-267).

4.3.3 Představa pohybu v rehabilitaci pacientů s Parkinsonovou nemocí

Další oblastí, kde by mohlo být uplatnění tréninku MI přínosné, jsou pacienti s Parkinsonovou chorobou, která je jednou z nejčastěji se vyskytujících neurologických onemocnění (Kashif et al., 2020, s. 597). Díky častému výskytu není podružným problémem, neboť postihuje 2-3% populace nad 65 let (Poewe et al., 2017, s. 3). Mezi motorické deficity způsobené touto nemocí se řadí zejména bradykineze, rigidita, klidový třes a poruchy postury (Kashif et al., 2020, s. 597). Názory ohledně efektu MI u těchto pacientů jsou ovšem poměrně kontroverzní, neboť se výsledky studií zkoumajících efekt MI u těchto pacientů různí.

Například Yaguez et al. (1999, s. 115-127) zaznamenal efekt MI při učení grafomotorického úkolu u pacientů s Huntingtonovou chorobou, zatímco u pacientů s Parkinsonovou chorobou se pozitivní výsledek nedostavil. Zdá se, že zde hraje důležitou roli neurotransmitter dopamin, který v bazálních gangliích zaštiťuje transformaci motorické představy do vlastního provedení pohybu (Yaguez et al., 1999, s. 124). Pacienti s Parkinsonovou chorobou mají díky degeneraci buněk, které dopamin produkují, nedostatek tohoto neurotransmiteru (Poewe et al., 2017, s. 6). Jedinci s Parkinsonovou chorobou jsou schopni provést určitý úkon, ale reprezentace pohybu v mozkové tkáni je oslabena, což nasvědčuje tomu, že koordinační procesy pohybu jsou odděleny od procesů pro představu pohybu (Frak, Cohen a Pourcher, 2004, s.1492). Děje spojené s procesem MI jsou tedy značně narušeny (Poewe et al., 2017, s. 6).

Na druhou stranu studie Heremans et al. (2011, s. 168-177) potenciál MI v rámci rehabilitace u pacientů s Parkinsonovou chorobou spatřuje. Pacienti s Parkinsonovou chorobou jsou dle této studie schopni imaginace pohybu. Podle výsledků studie je MI u těchto pacientů kvalitativně shodná s MI zdravých lidí. Rozdíl je pouze v pomalejším provedení představovaného pohybu (Heremans et al., 2011, s. 175).

Pozitivní efekt MI i u pacientů s Parkinsonovou nemocí je popsán také ve studii Tamir, Dickstein a Huberman (2007, s. 68-75). Tato studie spatřuje přínos představy pohybu především ve snížení bradykineze, což má významný vliv na kvalitu ADL. V tomto experimentu byl patrný rozdíl mezi pacienty s Parkinsonovou nemocí, kteří podstoupili klasickou terapii, a těmi, jež měli terapii doplněnou o mentální trénink pohybu v představě (Tamir, Dickstein a Huberman, 2007, s. 68-75). Dvacet tři jedinců s Parkinsonovou chorobou účastníci studie Tamir, Dickstein a Huberman (2007, s. 68-75) bylo rozděleno do dvou skupin. Experimentální skupina dvakrát týdně po dobu dvanácti týdnů kombinovala pohybovou terapii s představou pohybu. Kontrolní skupina se po stejnou dobu podrobovala pouze pohybové terapii. V rámci celé terapie byl kladen důraz na zlepšení plynulosti pohybových sekvencí, které zahrnují specifické funkce ADL, jako je otočení z polohy na zádech do pozice na břicho a zpět, vstávání, sedání a chůze. Cíleno bylo také na činnosti vyžadující více rovnováhy, jako je například stoj o úzké bázi (Tamir, Dickstein a Huberman, 2007, s. 68-75).

Významné zdokonalení oproti kontrolní skupině bylo zaznamenáno v testu TUG, v čase potřebném pro změnu pozice z lehu do vzpřímeného stoje a ze stoje do lehu, v čase a počtu kroků potřebných k otočení o 360°. Progres v čistě balančních funkcích nebyl tak jednoznačný, jako u pohybových funkcí. Tandemový stoj, který byl měřen vždy dvakrát (s pravou nohou vpředu a levou vzadu, a naopak) nebyl ovlivněn ani u jedné skupiny. V rámci zkoušky, kdy se terapeut snažil vychýlit stojícího pacienta tahem za ramena došlo u experimentální skupiny k mírnému zlepšení, ovšem bez statistického významu. V obou skupinách došlo také ke zlepšení funkčního dosahu, avšak tyto hodnoty nebyly dostatečně významné. Závěrem lze konstatovat, že kombinace MI a pohybové terapie po dobu alespoň 6 týdnů má u pacientů s Parkinsonovou chorobou pozitivní vliv především na motorické a funkční dovednosti (Tamir, Dickstein a Huberman, 2011, s. 68-75).

Souhrn předchozích studií je uveden v tabulce (viz s. 41-42).

Tabulka 1: Vliv MI na posturální stabilitu

Autor + rok	Probandi	Příčina narušení stability	Typ a rozsah intervence	Oblast hodnocení	Výsledek (experimentální skupina)
Batson et al., 2006	Počet: 6	stáří	Experimentální skupina: 20 min. MI + 20 min. pohybová terapie Kontrolní skupina: 20 min. zdravotvěda + 20 min. pohybová terapie 2x týdně, 6 týdnů	BBS	↑
				TUG	→
				ABC	→
Cha a Kim, 2016	Počet: 30	žádná	Experimentální skupina: 10 min MI + 20 min. balancování v sedě na gym ballu Kontrolní skupina: 20 min. balancování v sedě na gym ballu 5x týdně, 4 týdnů	Mediolaterální stabilita v sedě na gym ballu	↑
				Anteroposteriorní stabilita	↑
				Index balančních funkcí	↑
Dickstein, Dunsky a Marcovitz, 2004	Počet: 1 Věk: 69 let	CMP	15 min MI 3x týdně, 6 týdnů	Rychlost chůze	↑
				Délka kroku	↑
				Double-support time	↑
				Symetrie chůze	→
				Kadence	→
Dunsky et al., 2008	Počet: 17	CMP	15-20 min MI 3x týdně, 6 týdnů	Rychlost chůze	↑
				Délka kroku	↑
				Kadence	↑
				Symetrie chůze	↑
				Motorické schopnosti na HKK a DKK	→
Grangeon, Guillot a Collet, 2011	Počet: 20 Věk: 19-34 let	zdraví	MI	Snížení antero-posteriorních oscilací	↑
				Snížení laterálních oscilací	↑

Hamel a Lajoie, 2005	Počet: 20 Věk: 65-90 let	stáří	Experimentální skupina: denní trénink MI po dobu šesti týdnů Kontrolní skupina: bez intervence	Snížení antero-posteriorních oscilací	↑
				Snížení laterálních oscilací	↑
				BBS	→
				ABC	→
				VMIQ dotazník	↑
Hosseini et al., 2012	Počet: 30 Věk: 32-73 let	CMP	Experimentální skupina: 15 min. MI + 30 min. pohybová terapie Kontrolní skupina: 45 min. pohybová terapie 3x týdně, 5 týdnů	TUG	↑
				BBS	↑
				VVIQ	→
				VMIQ	→
Malouin et al., 2004a	Počet: 26 Věk: 43-73	CMP	Experimentální skupina: MI + pohybová terapie Kontrolní skupina: pohybová terapie	Zatížení postižené DK při sedu a vstávání	↑
Tamir, Dickstein a Huberman, 2007	Počet: 23	Parkinsonova choroba	Experimentální skupina: MI + pohybová terapie Kontrolní skupina: pohybová terapie -1 hod, 2x týdně, 12 týdnů	Tandemový stoj	→
				TUG	↑
				Leh-stoj	↑
				Stoj-leh	↑
				Otočení o 360°	↑
				Funkční dosah	→
				Vychýlení pacienta dozadu tahem za ramena	→

Legenda: ↑ progres spojený s terapií MI, → nenastala změna, ABC – Activities-Specific Balance Confidence Scale, BBS – Berg Balance Scale, CMP – cévní mozková příhoda, MI – představa pohybu, TUG – Time up and go, VMIQ – The Vividness of Motor Imagery Questionnaire, VVIQ – The Vividness of Visual Imagery Questionnaire

Závěr

Představa pohybu a její vliv na motorické funkce je v posledních dekáдах velmi diskutované téma. K objasnění fungování této techniky slouží především zobrazovací metody, díky kterým lze sledovat aktivitu mozku během imaginace pohybu. Tato aktivita je velmi podobná korové a podkorové aktivitě motorických oblastí během skutečného pohybu. Mozek tak dává tělu signály a v podstatě anticipuje pohyb. Zároveň díky somatomotorické oblasti brání jeho provedení. Kromě kortikálních oblastí reaguje na imaginaci pohybu svojí činností i zbytek těla. Dochází ke zvýšení tepové a dechové frekvence a dalším vegetativním dějům. Díky představě pohybu se tak upevňují a zdokonalují motorické vzorce. Exekuce reálného pohybu je posléze v důsledku upevněných vzorců pohybu kvalitnější, automatictější a pro jeho provedení stačí menší míra mentálního úsilí. Této techniky lze využít také k ovlivnění posturální stability, neboť postura dle řady definic představuje dynamický sled mikropohybů, které vedou k zajištění stabilního držení těla.

Zdokonalení posturální stability a zkvalitnění pohybu prostřednictvím představy pohybu je hojně využíváno v oblasti sportu. Při technice představy pohybu nejsou potřeba žádné pomůcky, je finančně nenákladná, lze ji praktikovat i bez supervize a to v podstatě kdykoli a kdekoli. Úroveň schopnosti imaginace je u každého jedince individuální. Plošně však lze říci, že např. vrcholoví sportovci mají v porovnání s amatéry tuto schopnost více rozvinutou a s imaginací pracují lépe a častěji. Efekt představy je také odvozen od druhu imaginace a představované činnosti. Sportovci převážně kolektivních sportů, kteří musí pružně reagovat na změny okolí, využívají častěji vizuální představu pohybu. Oproti tomu např. gymnasté, krasobruslaři apod. praktikují spíše kinestetickou představu pohybu. Zdá se, že kromě sportovní oblasti má představa pohybu potenciál také v rámci rehabilitace. Dle řady studií dochází v důsledku terapie pomocí představy pohybu k progresu motorických funkcí jedince. Toto zlepšení však nebývá takového rozsahu, jako při terapii využívající reálný pohyb. Největší efekt je spatřován v kombinaci pohybové terapie a představy pohybu. Forma této kombinované terapie má potenciál především u pacientů po CMP. Před indikací této terapie je však nezbytné u každého pacienta zhodnotit, zda-li je tato metoda pro daného jedince vhodná. Benefity spojené s představou pohybu se odvíjí od míry schopnosti imaginace, znalosti daného úkolu, psychického stavu jedince a dalších parametrů. Někteří pacienti schopnost MI nemají dostatečně rozvinutou. Například u pacientů po CMP může být tento deficit spojen s lokalizací léze, která zasahuje do podstatných oblastí generujících MI. Také u Pacientů s Parkinsonovou chorobou je zapotřebí zvážit indikaci MI podle schopností pacienta. Některé studie efekt MI

u pacientů s Parkinsonovou chorobou popírají. Příčina neúspěchu MI u těchto jedinců podle nich spočívá v deficitu produkce dopaminu v bazálních gangliích, který je potřebný pro translaci myšlenky do reálného provedení pohybu. Tento názor je ale kontroverzní, neboť existují studie, který efekt MI na motorické funkce pacientů s Parkinsonovou chorobou zaznamenávají. V současné době probíhají další výzkumy, které by měly tuto oblast více objasnit. Oproti tomu pozorovaný efekt MI na posturální funkce u starší populace je převážně pozitivní. Kromě zlepšení stability dochází vlivem MI také k větší automaticnosti pohybu. Na udržení stability jsou tak kladeny menší nároky, což jedinci umožňuje věnovat více pozornosti okolnímu prostředí a rizikům, které by mohly vést k pádu.

Na představu pohybu lze tedy pohlížet jako na slibnou techniku, která má přínos v rámci rehabilitace. Ačkoli tato technika nenahradí fyzické cvičení, má potenciál jako doplňková, ale přesto relevantní metoda cílená na zlepšení pohybových a stabilizačních funkcí.

Zdroje:

ALEMAN, A., VAN KEE, L., MANTIONE, M. H. M., VERKOIJEN, I. G., DE HAAN, E. H. F. 2001. Visual imagery without visual experience: evidence from congenitally totally blind people. *Neuroreport* [online]. 12(11), s. 2601-2604 [cit. 2020-12-29]. ISSN: 0959-4965. Dostupné z: doi: 10.1097/00001756-200108080-00061.

ANNETT, J. 1994. Motor imagery: Perception or action? *Neuropsychologia* [online]. 33(11), s. 1395-1417 [cit. 2020-12-29]. ISSN: 0028-3932. Dostupné z: doi: 10.1016/0028-3932(95)00072-B.

ARAYA-QUINTANILLA, F., GUTIÉRREZ-ESPINOZA, H., MUNOZ-YANEZ, M. J., RUBIO-OYARZÚN, D., CAVERO-REDONDO, I., MARTÍNEZ-VIZCAINO, V., ÁLVAREZ-BUENO, C. 2020. The Short-term Effect of Graded Motor Imagery on the Affective Components of Pain in Subjects with Chronic Shoulder Pain Syndrome: Open-Label Single-Arm Prospective Study. *Pain Medicine* [online]. 21(10), s. 2496-2501 [cit. 2021-4-24]. ISSN: 1526-4637. Dostupné z: 10.1093/pm/pnz364.

BARR, K., HALL, C. 1992. The use of imagery by rowers. *International Journal of Sport Psychology*. 23(3), s. 243-261. ISSN: 0047-0767.

BASMAJIAN, J. V., DE LUCA, C. J. 1985. *Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography*. Baltimore, Williams & Wilkins. ISBN: 978-0683004144.

BATSON, G., FELTMAN, R., McBRIDE, C., WARING, J. 2006. Effect of Mental Practice Combined with Physical Practice on Balance in the Community-Dwelling Elderly. *Activities Adaptation & Aging Adaptation & Aging* [online]. 31(2), s. 1-18 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1544-4368. Dostupné z: doi: 10.1300/J016v31n02_01.

BATULA, A. M., MARK, J. A., KIM, Y. E., AYZAZ, H. 2017. Comparison of Brain Activation during Motor Imagery and Motor Movement Using fNIRS. *Computational Intelligence and Neuroscience* [online]. 23, s. 1-12 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1687-5273. Dostupné z: doi: 10.1155/2017/5491296.

BAVELIER, D., NEVILLE, H. J. 2002. Cross-modal plasticity: where and how? In: ROSSINI, P. M., CALAUTTI, C., PAURI, F., BARON, J.-C. 2003. Post-stroke plastic reorganisation in the adult brain. *The Lancet Neurology* [online]. 2(8), s. 493-502 [cit. 2021-2-24]. ISSN: 1474-4422. Dostupné z: doi: 10.1016/S1474-4422(03)00485-X.

BIZOVSKÁ, L., JANURA M., MÍKOVÁ M., SVOBODA Z. 2017. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5259-3.

BOCK, O., SCHOTT, N., PAPAXANTHIS, C. 2015. Motor imagery: lessons learned in movement science might be applicable for spaceflight. *Frontiers in Systems Neuroscience* [online]. 9(75), s. 1-5 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1662-5137. Dostupné z: doi: 10.3389/fnsys.2015.00075

BOHAN, M., PHARMER, J. A., STOKES, A. F. 1999. When does imagery practice enhance performance on a motor task? *Perceptual and Motor Skills* [online]. 88, s. 651-658 [cit. 2021-3-16]. ISSN: 0031-5125. Dostupné z: doi: 10.2466/pms.1999.88.2.651

BRAUN, S. M., BEURSKENS, A. J., BORM, P. J., SCHACK, T., WADE, D. T. 2006. The effects of mental practice in stroke rehabilitation: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 87(6), s. 842-852 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0003-9993. Dostupné z: doi: 10.1016/j.apmr.2006.02.034.

BUCCINO, G., SOLODKIN, A., SMALL, M. D. 2006. Functions of the Mirror Neuron System: Implications for Neurorehabilitation. *Cognitive and Behavioral Neurology* [online]. 19(1), s. 55-63 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 1543-3633. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/00146965-200603000-00007>

BYL, N., RODERICK, J., MOHAMED, O., HANNY, M., KOTLER, J., SMITH, A., TANG, M., ABRAMS, G. 2003. Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke. *Neurorehabilitation Neural Repair* [online]. 17(3), s. 176-191 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 1552-6844. Dostupné z: doi: 10.1177/0888439003257137.

CAEL, C. 2010. *Functional Anatomy: Musculoskeletal Anatomy, Kinesiology, and Palpation for Manual Therapists*. Lippincott, Williams & Wilkins. ISBN 978-0-7817-7404-8.

CALLOW, N., HARDY, L. 2004. The relationship between the use of kinesthetic imagery and different visual imagery perspectives. *Journal of Sports Science and Medicine* [online]. 22(2), s. 167-177 [cit. 2021-1-18]. ISSN: 1303-2968. Dostupné z: doi: 10.1080/02640410310001641449.

CHAUDHRY, H., FINDLEY, T., QUIGLEY, K. S., BUKIET, B., JI, Z., SIMS, T., MANEY, M. 2004. Measures of postural stability. *Journal of Rehabilitation Research Development* [online]. 41(5), s. 713-720 [cit. 2021-2-17]. ISSN: 0748-7711. Dostupné z: doi: 10.1682/JRRD.2003.09.0140.

CHIBA, R., TAKAKUSAKI, K., OTA, J., YOZU, A., HAGA, N. 2016. Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics. *Neuroscience Research*. [online]. 104, s. 96-104 [cit. 2021-3-12]. ISSN: 0168-0102. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neures.2015.12.002.

CLASSEN, J., LIEPERT, J., WISE, S. P., HALLERR, M., COHEN, L. G. 1998. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *Journal of Neurophysiology* [online]. 79(2), s. 1117-1123 [cit. 2021-3-12]. ISSN: 0022-3077. Dostupné z: doi: 10.1152/jn.1998.79.2.1117.

CLÉMENT, G., NGO-ANH, J. T. 2013. Space physiology II: adaptation of the central nervous system to space flight—past, current and future studies. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 113, s. 1655-1672 [cit. 2021-2-21]. ISSN: 1439-6319. Dostupné z: doi: 10.1007/s00421-012-2509

CUMMING, J., HALL, A., HARWOOD, C., GAMMAGE, K. 2002a. Motivational orientations and imagery use: a goal profiling analysis. *Journal of Sports Sciences* [online]. 20(2), s. 127-136 [cit. 2021-2-21]. ISSN: 0264-0414. Dostupné z: doi: 10.1080/026404102317200837

ČIHÁK, R. 1987. *Anatomie 1*. Praha: Grada. ISBN: 80-102-87.

DECETY, J., JEANNEROD, M., GERMAIN, M., PASTENE, J. 1991. Vegetative Response during Imagined Movement is Proportional to Mental Effort. *Behavioural Brain Research* [online]. 42, s. 1-5 [cit. 2021-1-22]. ISSN: 0166-4328. Dostupné z: doi: 10.1016/S0166-4328(05)80033-6.

DECHENT, P., MERBOLDT, K. D., FRAHM, J. 2004. Is the human primary motor cortex involved in motor imagery? *Cognitive Brain Research* [online]. 19(2), s. 138–144 [cit. 2020-12-20]. ISSN: 0926-6410. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cogbrainres.2003.11.012.

DEIBER, M. P., IBANEZ, V., HONDA, M., SADATO, N., RAMAN, R., HALLETT, M. 1998. Cerebral Processes Related to Visuomotor Imagery and Generation of Simple Finger Movements Studied with Positron Emission Tomography. *NeuroImage* [online]. 7(2), s. 73-85 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 1095-9572. Dostupné z: doi: 10.1006/nimg.1997.0314.

DICKSTEIN, R., DEUTSCH, J. E. 2007. Motor Imagery in Physical Therapist Practice. *Physical Therapy* [online]. 87(7), s. 942-953. [cit. 2020-11-21]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.2522/ptj.20060331.

DICKSTEIN, R., DUNSKY, A., MARCOVITZ, E. 2004. Motor imagery for gait rehabilitation in post-stroke hemiparesis. *Physical Therapy* [online]. 84(12), s. 1167–1177 [cit. 2021-2-23]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/84.12.1167

DIJKERMAN, H. C., LETSWAART, M., JOHNSTON, M., MACWALTER, R. S. 2004. Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients? A pilot study. *Clinical Rehabilitation*. [online]. 18(5), s. 538-549 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0269-2155. Dostupné z: doi: 10.1191/0269215504cr769oa.

DIMBERG, U., LUNDQVIST, L.-O., 1990. Gender differences in facial reactions to facial expressions. *Biological Psychology* [online]. 30(2), s. 151-159 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 1873-6246. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(90\)90024-Q](https://doi.org/10.1016/0301-0511(90)90024-Q).

DOMBOVY, M. L. 2004. Understanding stroke recovery and rehabilitation: current and emerging approaches. *Current Neurology and Neuroscience* [online]. 4(1), s. 31-35 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 1534-6293. Dostupné z: doi: 10.1007/s11910-004-0008-6.

DUNSKY, A., DICKSTEIN, R., MARCOVITZ, E., LEVY, S., DEUTSCH, J. 2008. Home-Based Motor Imagery Training for Gait Rehabilitation of People With Chronic Poststroke Hemiparesis. *Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 89(8), s. 1580-1588 [cit. 2021-3-3]. ISSN: 2398-3353. Dostupné z: doi: 10.1016/j.apmr.2007.12.039.

EDELIN, J. M., PHAM, P., WEINBERGER, N. M. 1993. Rapid development of learning induced receptive field plasticity in the auditory cortex. In: MULDER, T. 2007. Motor imagery and action observation. *Journal of Neural Transmission* [online]. 114, s. 1265-1278 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 0300-9564. Dostupné z: doi: 10.1007/s00702-007-0763-z.

EHRSSON, H. H., GEYER, S., NAITO, E. 2003. Imagery of Voluntary Movement of Fingers, Toes, and Tongue Activates Corresponding Body-Part-Specific Motor Representations. *Journal of Neurophysiology* [online]. 90(5), s. 3304-3316 [cit. 2021-3-18]. ISSN: 0022-3077. Dostupné z: doi: 10.1152/jn.01113.2002.

ENGARDT, M., OLSSON, E. 1992. Body weight-bearing while rising and sitting down in patients with stroke. In: MALOUIN, F., BELLEVILLE, S., RICHARDS, C. L., DESROSIERS, J. DOYON, J. 2004a. Working memory and mental practice outcomes after stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 85(2), s. 177-183 [cit. 2021-1-18]. ISSN: 2398-3353. Dostupné z: doi: 10.1016/S0003-9993(03)00771-8.

FABBRI-DESTRO, M., RIZZOLATTI, G. 2008. Mirror Neurons and Mirror Systems in Monkeys and Humans. *Physiology* [online]. 23(3), s. 171-179 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 1548-9213. Dostupné z: doi: 10.1152/physiol.00004.2008.

FADIGA, L., BUCCINO, G., CRAIGHERO, L., FOGASSI, L., GALLESE, V., PAVESI, G. 1998. Corticospinal excitability is specifically modulated by motor imagery. A magnetic stimulation study. *Neuropsychologia* [online]. 37(2), s. 147-158 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 0028-3932. Dostupné z: doi: 10.1016/S0028-3932(98)00089-X.

FANSLER, C. L., POFF, C. L., SHEPARD, K. F. 1985. Effects of Mental Practice on Balance in Elderly Women. *Physical Therapy* [online]. 65(9), s. 1332-1338 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/65.9.1332.

FELTZ, D., LANDERS, D. M. 2007. The Effects of Mental Practice on Motor Skill Learning and Performance: A Meta-analysis. *Journal of Sport Psychology* [online]. 5(1), s. 25-57 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 0163-433X. Dostupné z: doi: 10.1123/jsp.5.1.25.

FLOR, H. 2003. Cortical reorganisation and chronic pain: implications for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 35(41), s. 66-72. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: doi: 10.1080/16501960310010179.

FOGASSI L., LUPPINO G. 2005. Motor functions of the parietal lobe. *Current opinion in neurobiology* [online]. 15(6), s. 626-631. ISSN 1873-6882. [cit. 2021-2-09]. ISSN: 0959-4388. Dostupné z: doi: 10.1016/j.conb.2005.10.015

FRAK, V., COHEN, H., POURCHER, E. 2004. A dissociation between real and simulated movements in Parkinson's disease. *Neuroreport* [online]. 15(9), s. 1489-1492 [cit. 2020-11-21]. ISSN: 0959-4965. Dostupné z: doi: 10.1097/01.wnr.0000132429.68206.48.

GALLESE, V., FADIGA, L., FOGASSI, L. RIZZOLATTI, G. 1996. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* [online]. 119(2), s. 593-609. [cit. 2021-1-28]. ISSN: 1460-2156. Dostupné z: doi: 10.1093/brain/119.2.593.

GENTILI, R., PAPAXANTHIS, C., POZZO, T. 2006. Improvement and generalization of arm motor performance through motor imagery practice. *Neuroscience*. [online]. 137(3), s. 761-772 [cit. 2020-12-29]. ISSN: 0735-2743. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neuroscience.2005.10.013.

GRIBBLE, P. L., SCOTT, S. H. 2002. Overlap of internal models in motor cortex for mechanical loads during reaching. *Nature*. In: MULDER, T. 2007. Motor imagery and action observation. *Journal of Neural Transmission* [online]. 114, s. 1265-1278 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 0300-9564. Dostupné z: doi: 10.1007/s00702-007-0763-z.

GRILLNER S., HELLGREN J., MÉNARD A., SAITOH, K., WIKSTROM, M. A. 2005. Mechanisms for selection of basic motor programs-roles for the striatum and pallidum. *Trends in neurosciences* [online]. 28(7), s. 364-370. ISSN 1878-108X. [cit. 2021-2-20]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.tins.2005.05.004.

GRANGEON, M., GUILLOT, A., COLLET, C. 2011. Postural Control During Visual and Kinesthetic Motor Imagery. *Applied Psychophysiology and Biofeedback* [online]. 36(1), s. 47-56 [cit. 2020-11-17]. ISSN: 1090-0586. Dostupné z: doi:10.1007/s10484-011-9145-2.

GUILLOT, A., COLLET, C. 2005. Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. *Brain Research Reviews* [online]. 50(2), s. 387-397 [cit. 2020-12-21]. ISSN: 0165-0173. Dostupné z: doi: 10.1016/j.brainresrev.2005.09.004.

GUILLOT, A., COLLET, C., NGUYEN, V. A., MALOUIN, F., RICHARDS, C., DOYON, J. 2009. Brain Activity During Visual Versus Kinesthetic Imagery: An fMRI Study. *Human Brain Mapping* [online]. 30(7), 2157-2158 [cit. 2020-11-17]. ISSN 10659471. Dostupné z: doi: 10.1002/hbm.20658

HALL, C. R., MARTIN, K. A. 1997. Measuring movement imagery abilities: a revision of the movement imagery questionnaire. In: DICKSTEIN, R., DEUTSCH, J. E. 2007. *Motor Imagery in Physical Therapist Practice*. *Physical Therapy* [online]. 87(7), s. 942-953. [cit. 2020-11-21]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.2522/ptj.20060331.

HALVARI, H. 1996. Effects of mental practice on performance are moderated by cognitive anxiety as measured by the Sport Competition Anxiety Test. *Perceptual and Motor Skills*. In: DICKSTEIN, R., DEUTSCH, J. E. 2007. *Motor Imagery in Physical Therapist Practice*. *Physical Therapy* [online]. 87(7), s. 942-953. [cit. 2020-11-21]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.2522/ptj.20060331. HAMEL, M. F., LAJOIE, Y. 2005. Mental Imagery. Effects on static balance and attentional demands of the elderly. *Aging Clinical and Experimental Research* [online]. 17, s. 223-228 [cit. 2020-12-29]. ISSN: 1720-8319. Dostupné z: doi: 10.1007/BF03324601.

HANAKAWA, T. 2016. Organizing motor imageries. *Neuroscience Research* [online]. 104, s. 56-63 [cit. 2021-1-20]. ISSN: 0168-0102 Dostupné z: doi: 10.1016/j.neures.2015.11.003.

HANAKAWA, T., IMMISH, I, TOMA, K., DIMYAN, M., VAN GELDEREN, P., HALLETT, M. 2003. Functional properties of brain areas associated with motor execution and imagery.

Journal of Neurophysiology [online]. 89(2), s. 989–1002 [cit. 2020-12-20]. ISSN: 0022-3077. Dostupné z: doi: 10.1152/jn.00132.2002.

HARRIS, D. V., ROBINSON, W. J. 1986. The effect of skill level on EMG activity during internal and external imagery. *Journal of Sport and Exercise Psychology* [online]. 8(2), s. 105–111 [cit. 2021-2-13]. ISSN: 2596-741X. Dostupné z: doi: 10.1123/jsp.8.2.105.

HASAN, S. S., ROBIN, D. W., SZURKUS, D. C., ASHMEAD, D. H., PETERSON, W. S., SHIAMI, R. G. 1996. Simultaneous measurement of body center of pressure and center of gravity during upright stance. *Gait & Posture* [online]. 4(1), s. 1-10 [cit. 2021-2-13]. ISSN: 0966-6362. Dostupné z: doi: 10.1016/0966-6362(95)01030-0.

HEREMANS, E., FEYS, P., NIEUWBOER, A., VERCRUYSSSE, S., VANDENBERGHE, W., SHARMA, N., HELSEN, W. 2011. Motor Imagery Ability in Patients With Early- and Mid-Stage Parkinson Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 25(2), s. 168-177 [cit. 2021-2-13]. ISSN: 1552-6844. Dostupné z: doi: 10.1177/1545968310370750.

HÉTU S., GRÉGOIRE M., SAIMPONT A., COLL, M. P., EUGENE, F., MICHON, P. E., JACKSON, P. L. 2013. The neural network of motor imagery: an ALE meta-analysis. *Neuroscience and biobehavioral reviews* [online]. 37(5), s. 930-949 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0149-7634. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.03.017.

HODGES, P. W., GURFINKEL, V. S., BRUMAGNE, S., SMITH, T. C., CORDO, P. C. 2002. Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Experimental Brain Research* [online]. 144, s. 293-302 949 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0932-4011. Dostupné z: doi: 10.1007/s00221-002-1040-x.

HOLIBKOVÁ, A., LAICHMAN, S. 2004. *Přehled anatomie člověka*. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2615-0.

HORAK, F. B. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing* [online]. 35(2), s. ii7-ii11 [cit. 2021-3-6]. ISSN: 1468-2834. Dostupné z: doi: 10.1093/ageing/afl077.

HORAK, F. B., MACPHERSON, J. M. 1996. Postural orientation and ekvilibrium. In CHIBA, R., TAKAKUSAKI, K., OTA, J., YOZU, A., HAGA, N. 2016. Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics. *Neuroscience Research*. [online]. 104, s. 96-104 [cit. 2021-3-12]. ISSN: 0168-0102. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neures.2015.12.002.

HOSHI, E., TANJI, J. 2007. Distinctions between dorsal and ventral premotor areas: anatomical connectivity and functional properties. *Current opinion in neurobiology* [online]. 17(2), s. 234-242 [cit. 2021-3-12]. ISSN: 0959-4388. Dostupné z: doi: 10.1016/j.conb.2007.02.003.

HOSSEINI, S. A., FALLAH-POUR, M., SAYADI, M., GHARIB, M., HAGHGOO, H. 2012. The impact of mental practice on stroke patients' postural balance. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 322(1-2), s. 263-267 [cit. 2021-3-12]. ISSN: 1878-5883. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jns.2012.07.030.

HOWORTH, M. B. 1956. Posture in Adolescents and Adults. *The American Journal of Nursing* 56(1), s. 34-36 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0002-936X. Dostupné z: doi: 10.2307/3469455.

HUDÁK, R., KACHLÍK, D. 2017. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.

CHA, H. G., KIM, M. K. 2016. Effects on mental practice on normal adult balance ability. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 28(7), s. 2041-2043 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0915-5287. Dostupné z: doi: 10.1589/jpts.28.2041.

ISAAC, A., MARKS, D., RUSSELL, D. G. 1986. An instrument for assessing imagery of movement: The Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ). *Journal of Mental Imagery* [online]. 10(4), s. 23-30 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0364-5541. Dostupné z: doi: 10.1037/t07980-000.

JACKSON, P. L., LAFLEUR, M. F., MALOUIN, F., RICHARDS, C., DOYON, J. 2001. Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 82(8), s. 1133-1141 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0003-9993. Dostupné z: doi: 10.1053/apmr.2001.24286. PMID: 11494195.

JANDA, V. 1982. Základy kliniky funkčních (nepatetických) hybných poruch: určeno pro rehabilitační pracovníky. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků.

JEANNEROD, M. 2001. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage* [online]. 14(1), s. 103-109 [cit. 2021-1-22]. ISSN: 1095-9572. Dostupné z: doi: 10.1006/nimg.2001.0832.

JEANNEROD, M., FRAK, V. 1999. Mental imaging of motor activity in humans. *Current opinion in neurobiology* [online]. 9(6), s. 735-739 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 0959-4388. Dostupné z: doi: 10.1016/S0959-4388(99)00038-0.

JOHNSON, S. H. 2000. Imagining the impossible: intact motor representations in hemiplegics. *Neuroreport*. [online]. 11(3), s. 729-732 [cit. 2021-1-18]. ISSN: 0959-4965. Dostupné z: doi: 10.1097/00001756-200003200-00015.

JORGENSEN, H. S., NAKAYAMA, H., RAASCHOU, H. O., OLSEN, T. S. 1995. Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil* 76(1), S. 27-32. PMID: 7811170. DOI: 10.1016/s0003-9993(95)80038-7 In: DICKSTEIN, R., DUNSKY, A., MARCOVITZ, E. 2004. Motor imagery for gait rehabilitation in post-stroke hemiparesis. *Physical Therapy* [online]. 84(12), s. 1167–1177 [cit. 2021-2-23]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/84.12.1167.

KASESS, C. H., WINDISCHBERGER, C., CUNNINGTON, R., LANZENBERGER, R., PEZAWAS, L., MOSER, E. 2008. The suppressive influence of SMA on M1 in motor imagery revealed by fMRI and dynamic causal modeling. *NeuroImage* [online]. 40(2), s. 828-837 [cit. 2021-2-23]. ISSN: 1095-9572. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neuroimage.2007.11.040.

KASHIF, M., AHMAD, A., BANDPEI, M. A. M., GILLANI, S. A., HANIF, A., IRAM, H. 2020. Effects of Virtual Reality with Motor Imagery Techniques in Patients with Parkinson's Disease: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Neurodegenerative Diseases* [online]. 25(11), s. 587-596 [cit. 2021-2-23]. ISSN: 1880-2854. Dostupné z: doi: 10.1159/000511916.

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

LIKOWSKI, K. U., MÜHLBERGER, A., GERDES, A. B. M., WIESER, M. J., PAULI P., WEYERS, P. 2012. Facial mimicry and the mirror neuron system: simultaneous acquisition of facial electromyography and functional magnetic resonance imaging. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. 6, s. 1–10 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 1662-5161. Dostupné z: doi: 10.3389/fnhum.2012.00214.

LIMAKATSO, K., MADDEN, V. J., MANIE, S., PARKER, R. 2020. The effectiveness of graded motor imagery for reducing phantom limb pain in amputees: a randomised controlled trial. *Physiotherapy* [online]. 109, s. 65-74 [cit. 2021-4-24]. ISSN: 2348-8336. Dostupné z: doi: 10.1016/j.physio.2019.06.009.

LIU, K. P., CHAN, C. C., LEE, T. M., HUI-CHAN, C. W. 2004. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 85(9), s. 1403-1408 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0003-9993. Dostupné z: doi: 10.1016/j.apmr.2003.12.035.

LORD, S. R., MENZ, H. 2000. Visual Contributions to Postural Stability in Older Adults. *Gerontology* [online]. 46(6), s. 306-310 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1423-0003 Dostupné z: doi: 10.1159/000022182.

LOTZE M., COHEN L. G. 2006. Volition and imagery in neurorehabilitation. *Cognitive and Behavioral Neurology* [online]. 2006, 19(3), s. 135-140 [cit. 2020-12-20]. ISSN: 1543-3633. Dostupné z: doi: 10.1097/01.wnn.0000209875.56060.06.

LOTZE, M., HALSBAND, U. 2006. Motor imagery. *Journal of Physiology – Paris* [online]. 99(4-6), s. 386-395 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 1769-7115. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jphysparis.2006.03.012.

MAHONEY, M. J., AVENER, M. 1977. Psychology of the elite athlete: An exploratory study. *Cognitive Therapy and Research* [online]. 1, s. 135–141 [cit. 2021-1-18]. ISSN:0147-5916. Dostupné z: doi: 10.1007/BF01173634.

MALOUIN, F., BELLEVILLE, S., RICHARDS, C. L., DESROSIERS, J., DOYON, J. 2004a. Working memory and mental practice outcomes after stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 85(2), s. 177-183 [cit. 2021-1-18]. ISSN: 2398-3353. Dostupné z: doi: 10.1016/S0003-9993(03)00771-8.

MALOUIN, F., RICHARDS, C. L., DOYON, J., DESROSIERS, J., BELLEVILLE, S. 2004b. Training mobility tasks after stroke with combined mental and physical practice: a feasibility study. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 18(2), s. 66-75 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1552-6844. Dostupné z: doi: 10.1177/0888439004266304. PMID: 15228801.

MARDIGAN, R., FREY, R. D., MATLOCK, T. S. 1992. Cognitive strategies of university athletes. *Canadian journal of sport sciences*. In: DICKSTEIN, R., DEUTSCH, J. E. 2007. Motor Imagery in Physical Therapist Practice. *Physical Therapy* [online]. 87(7), s. 942-953. [cit. 2020-11-21]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.2522/ptj.20060331.

McAVINUE, L. P., ROBERTSON, I. H. 2008. Measuring motor imagery ability: A review. *European Journal of Cognitive Psychology* [online]. 20(2), s. 232-251 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1464-0635. Dostupné z: doi: 10.1080/09541440701394624.

MEISTER, I. G., KRINGS, T., FOLTYS, H., BOROOJERDI, B., MULLER, M., TOPPER, R., THRON, A. 2004. Playing piano in the mind—an fMRI study on music imagery and performance in pianists. *Cognitive Brain Research* [online]. 19(3), s. 219-228 [cit. 2021-3-18]. ISSN: 0926-6410. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cogbrainres.2003.12.005.

MERZENICH, M. M., KAAS, J. H., WALL, J., NELSON, R. J., SUR, M., FELLEMAN, D. 1983. Topographical reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. *Neuroscience* [online]. 8(1), s. 33-55 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0735-2743. Dostupné z: doi: 10.1016/0306-4522(83)90024-6.

MIZUGUCHI, N., NAKATA, H., UCHIDA, Y., KANOSUE, K. 2012. Motor imagery and sport performance. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* [online]. 1(1), s. 103-111 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 2186-8131. Dostupné z: 10.7600/jpfsm.1.103.

MULDER, T. 2007. Motor imagery and action observation. *Journal of Neural Transmission* [online]. 114, s. 1265-1278 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 0300-9564. Dostupné z: doi: 10.1007/s00702-007-0763-z.

MULDER, T, ZIJLSTRA, S., ZIJLSTRA, W., HOCHSTENBACH, J. 2003. The role of motor imagery in learning a totally novel movement. *Experimental Brain Research* [online]. 154, s. 211-217 [cit. 2021-3-19]. ISSN: 0932-4011. Dostupné z: doi: 10.1007/s00221-003-1647-6.

MUNZERT, J., LOREY, B. 2013. Motor and Visual Imagery in Sports. *ResearchGate* [online]. 17, s. 319-341 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 2659-1308. Dostupné z: doi: 10.1007/978-1-4614-5879-1_17.

NIEMEIER, J. P., CIFU, D. X., KISHORE, R. 2001. The lighthouse strategy: Improving the functional status of patients with unilateral neglect after stroke and brain injury using a visual imagery intervention. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 8(2), s. 10-18 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 1074-9357. Dostupné z: doi: 10.1310/7UKK-HJ0F-GDWF-HHM8.

PAGE, S. J., LEVINE, P., LEONARD A. C. 2005. Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 86(3), s. 399-402 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0003-9993. Dostupné z: doi: 10.1016/j.apmr.2004.10.002. PMID: 15759218.

PAGE, S. J., LEVINE, P., SISTO, S. A., JOHNSTON, M. V. 2001a. A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clinical Rehabilitation* [online]. 15(3), s. 233-240 [cit. 2021-2-23]. ISSN: 0269-2155. Dostupné z: doi: 10.1191/026921501672063235.

PAGE, S. J., LEVINE, P., SISTO, S. A., JOHNSTON, M. V. 2001b. Mental practice combined with physical practice for upper-limb motor deficit in subacute stroke. *Physical Therapy*. [online]. 81(8), s. 1455-1462 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/81.8.1455.

PETERKA, R. J. 2002. Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology* [online]. 88(3), s. 1097-1118 [cit. 2021-3-3]. ISSN: 0022-3077. Dostupné z: doi: 10.1152/jn.2002.88.3.1097.

PORRO, C. A., FRANCESCATO, M. P., CETTOLO, V., DIAMOND, M. E., BARALDI, P., ZUIANI, C. H., BAZZOCCHI, M., PAMPERO, P. E. 1996. Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery. A functional magnetic resonance study. *Journal of Neuroscience* [online]. 16, s. 7688-7698 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 2766-8894. Dostupné z: doi: 10.1007/978-88-470-2194-5_11.

POEWE, W., SEPPI, K., TANNER, C., HALLIDAY, G. M., BRUNDIN, P., VOLKMANN, J., SCHRAG, A. E., LANG, A. E. 2017. Parkinson disease. *Nature Reviews. Disease Primers* [online]. 17013, s. 1-52 [cit. 2021-3-8]. ISSN: 2056-676X. Dostupné z: doi: 10.1038/nrdp.2017.13.

RANGANATHAN, V. K., SIEMIONOW, V., LIU, J. Z., SAGHAL, V., YUE, G. H. 2004. From mental power to muscle power--gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia* [online]. 42(7), s. 944-956 [cit. 2021-1-27]. ISSN: 0028-3932. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.018.

RIZZOLATTI, G., FADIGA, L., GALLESE, V., FOGASSI, L. 1996. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Research. Cognitive Brain Research* [online]. 3(2), s. 131-141 [cit. 2021-1-27]. ISSN: 0926-6410. Dostupné z: doi: 10.1016/0926-6410(95)00038-0.

ROSSETTI, Y., RODE, G., GOLDENBERG, G. 2005. Higher-order Motor Disorders From Neuroanatomy and Neurobiology to Clinical Neurology. Oxford: Oxford University Press. ISBN 9780198525769.

ROSSINI, P. M., CALAUTTI, C., PAURI, F., BARON, J.-C. 2003. Post-stroke plastic reorganisation in the adult brain. *The Lancet Neurology* [online]. 2(8), s. 493-502 [cit. 2021-2-24]. ISSN: 1474-4422. Dostupné z: doi: 10.1016/S1474-4422(03)00485-X.

ROTH, M., DECETY, J., RAYBAUDI, M., MASSERELLI, R., DELON-MARTIN, C., SEGABARTH, C., MORAND, S., GEMIGNANI, A., DÉCORPS, M., JEANNEROD, M.

1996. Possible involvement of primary motor cortex in mentally simulated movement. A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroreport* [online]. 7, s. 1280-1284 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 0959-4965. Dostupné z: doi: 10.1097/00001756-199605170-00012.

RUBY, P., DECETY, J. 2003. What you believe versus what you think they believe: a neuroimaging study of conceptual perspective taking. *European Journal of Neuroscience* [online]. 17(11), s. 2475-2480 [cit. 2021-1-29]. ISSN: 0735-2743. Dostupné z: doi: 10.1046/j.1460-9568.2003.02673.x.

SALE, P., CERAVOLO, M. G., FRANCESCHINI, M. 2014. Action Observation Therapy in the Subacute Phase Promotes Dexterity Recovery in Right-Hemisphere Stroke Patients. *BioMed Research International* [online]. 2014, s. 1–7. [cit. 2021-1-27] ISSN: 2314-6141. Dostupné z: doi: 10.1155/2014/457538.

SALMON, J., HALL, C., HASLAM, I. 1994. The use of imagery by soccer players. In: MUNZERT, J., LOREY, B. 2013. Motor and Visual Imagery in Sports. *ResearchGate* [online]. 17, s. 319-341 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 2659-1308. Dostupné z: doi: 10.1007/978-1-4614-5879-1_17.

SEFTON, J.-E. M., YARAR, C., BERRY, J. W. 2012. Massage Therapy Produces Short-term Improvements in Balance, Neurological, and Cardiovascular Measures in Older Persons. *International Journal of Therapeutic Massage Bodywork* [online]. 5(3), s. 16-27 [cit. 2021-2-17]. ISSN: 1916-257X. Dostupné z: doi: 10.3822/ijtmb.v5i3.152.

SCHMIDT, R. A., LEE, T. D. 2005. Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis. In: MUNZERT, J., LOREY, B. 2013. Motor and Visual Imagery in Sports. *ResearchGate* [online]. 17, s. 319-341 [cit. 2020-11-19]. ISSN: 2659-1308. Dostupné z: doi: 10.1007/978-1-4614-5879-1_17.

SHARMA, N., POMEROY, V. M., BARON, J. C. 2006. Motor imagery: a backdoor to the motor system after stroke? *Stroke* [online]. 37(7), s. 1941-1952 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0039-2499. Dostupné z: doi: 10.1161/01.STR.0000226902.43357.fc.

SHEPHERD, R. B., 2001. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization? *Neural Plasticity* [online]. 8(1-2), s. 121-129 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 2090-5904. Dostupné z: doi: 10.1155/NP.2001.121.

SHUMWAY-COOK, A., BRAUER, S., WOOLLACOTT, M. 2000. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy* [online]. 80(9), s. 896-903 [cit. 2021-3-17]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/80.9.896.

SIDAWAY, B., TRZASKA, A. R. 2005. Can mental practice increase ankle dorsiflexor torque? *Physical Therapy*. [online]. 85(10) [cit. 2020-12-18]. ISSN: 2573-8585. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/85.10.1053.

SIRIGU, A., DUHAMEL, J. R., COHEN, L., PILLON, B., DUBOIS, B., AGID, Y. 1996. The mental representation of hand movements after parietal cortex damage (Article). *Science* [online]. 273(5281), s. 1564-1566 [cit. 2021-3-17]. ISSN: 0036-8075. Dostupné z: doi: 10.1126/science.273.5281.1564.

SMANIA, N., BAZOLI, F., PIVA, D., GUIDETTI, G. 1997. Visuomotor imagery and rehabilitation of neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 78(4), s. 430-436 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0003-9993. Dostupné z: doi: 10.1016/s0003-9993(97)90237-9. PMID: 9111465.

SOLODKIN, A., HLUSTIK, P., CHEN, E. E., SMALL, S. L. 2004. Fine Modulation in Network Activation during Motor Execution and Motor Imagery. *Cerebral Cortex*. [online]. 14(11), s. 1246-1255 [cit. 2020-12-27]. ISSN: 1047-3211. Dostupné z: 10.1093/cercor/bhh086.

STEVENS, J. A., STOYKOV, M. E. 2003. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 84(7), s. 1090-1092 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0003-9993. Dostupné z: doi: 10.1016/s0003-9993(03)00042-x.

STINEAR, C. M., BYBLOW, W. D., STEYVERS, M., LEVIN, O., SWINNEN, S. P. 2006. Kinesthetic, but not visual, motor imagery modulates corticomotor excitability. *Experimental*

Brain Research. [online]. 168(1-2), s. 157-164 [cit. 2021-1-25]. ISSN: 0932-4011. Dostupné z: doi: 10.1007/s00221-005-0078-y.

STIPPICH, C., OCHMANN, H., SARTOR, K. 2002. Somatotopic mapping of the human primary sensorimotor cortex during motor imagery and motor execution by functional magnetic resonance imaging. *Neuroscience Letters* [online]. 331(1), s. 50-54 [cit. 2021-1-16]. ISSN: 0304-3940. Dostupné z: doi: 10.1016/S0304-3940(02)00826-1.

TAMIR, R., DICKSTEIN, R., HUBERMAN, M. 2007. Integration of Motor Imagery and Physical Practice in Group Treatment Applied to Subjects With Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 21(1), s. 68-75 [cit. 2020-11-21]. ISSN: 1552-6844. Dostupné z: doi: 10.1177/1545968306292608.

TROJAN, S., DRUGA, S. PFEIFFER, J. 1990. *Centrální mechanismy řízení motoriky*. Praha: Avicenum. ISBN 80-201-0054-7.

TROJAN, S., DRUGA, S. PFEIFFER, J., VOTAVA, J. 2005. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (3. vyd.). Praha: Grada. ISBN 80-247-1296-2.

VAŘEKA, I. 2000. Vojtova reflexní lokomoce a vývojová kineziologie. *Rehabilitácia* [online]. 33(4), s. 196-200 [cit. 2020-12-16]. ISSN: 0375-0922. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/280087556>.

VAŘEKA, I. 2002. Posturální stabilita (I. část) - Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 9(4), s. 115-121 [cit. 2020-11-16]. ISSN: 1805-4552. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/280087667>.

VAŘEKA, I., DVOŘÁK, R. 1999. Ontogeneze lidské motoriky jako schopnost řídit polohu těžiště. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 6(3), s. 84-85 [cit. 2020-12-16]. ISSN: 1805-4552. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/280087459>.

VÉLE, F. 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2. vyd.). Praha: Triton. ISBN 80-7254- 837-9.

VOJTA, V. 1993. *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku – včasná diagnóza a terapie*. Praha: Grada. ISBN 80-85424-98-3.

WANG, Y., MORGAN, W. P. 1992. The effect of imagery perspectives on the psychophysiological responses to imagined exercise. *Behavioural Brain Research* [online]. 52(2), s. 167-174 [cit. 2021-2-13]. ISSN: 0166-4328. Dostupné z: doi: 10.1016/S0166-4328(05)80227-X.

WALLACE, A. C., TALELLI, P., DILEONE, M., OLIVER, R., WARD, N., CLOUD, G., GREENWOOD, R., DI LAZZARO, V., ROTHWELL, J. C., MARSDEN, J. F. 2010. Standardizing the intensity of upper limb treatment in rehabilitation medicine. *Clinical Rehabilitation*. [online]. 24(5), s. 471-478 [cit. 2021-1-28]. ISSN: 0269-2155. Dostupné z: doi: 10.1177/0269215509358944.

WILFRIED, L., CHEYNE, D., HOLLINGER, P., GERSCHLAGER, W., LINDINGER, G. 1996. Electric and magnetic fields of the brain accompanying internal simulation of movement. *Cognitive Brain Research* [online]. 3(2), s. 125-129 [cit. 2021-1-26]. ISSN: 0926-6410. Dostupné z: doi: 10.1016/0926-6410(95)00037-2

WILLIAMS, J. G., ODLEY, J. L., CALLAGHAN, M. 2004. Motor Imagery Boosts Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in the Attainment and Retention of Range-of - Motion at the Hip Joint. *Journal of Sports Science and Medicine* [online]. 3(3), s. 160-166 [cit. 2020-12-29]. ISSN: 2333-4592. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/26394551>.

YAGUEZ, L., CANAVAN, A. G., LANGE, H. W., HOMBERG, V. 1999. Motor learning by imagery is differentially affected in Parkinson's and Huntington's diseases. *Behavioural Brain Research* [online]. 102(1-2), s. 115-127 [cit. 2020-11-21]. ISSN: 0166-4328. Dostupné z: doi: 10.1016/S0166-4328(99)00005-4.

YOXON, E., WELSH, T. N. 2019. Rapid motor cortical plasticity can be induced by motor imagery training. *Neuropsychologia* [online]. 134, s. 1-12 [cit. 2021-4-10]. ISSN: 0028-3932. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2019.107206.

ZANETTE, G., MANGANOTTI, P., FIASCHI, A., TAMBURIN, S. 2004. Modulation of motor cortex excitability after upper limb immobilization. *Clinical Neurophysiology* [online]. 115(6), s. 1264-1275 [cit. 2021-1-21]. ISSN: 1388-2457. Dostupné z: doi: 10.1016/j.clinph.2003.12.033.

ZIJDEWIND, I. TOERING, S. T., BESSEM, B., LAAN, O., DIERCKX, R. L. 2003. Effects of imagery motor training on torque production of ankle plantar flexor muscles. *Muscle & Nerve* [online]. 28(2), s. 168-173 [cit. 2020-12-15]. ISSN: 2189-3241. Dostupné z: doi: 10.1002/mus.10406.

Seznam zkratek

ABC	Activities-Specific Balance Confidence Scale
ADL	Activity of Daily Living
BBS	Berg Balance Scale
CMP	cévní mozková příhoda
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
EMG	elektromyografie
fMRI	funkční magnetická rezonance
HK	horní končetina
HKK	horní končetiny
m.	musculus
MI	motor imagery
MIQ	Movement Imagery Questionnaire
MEPs	motoricky evokované potenciály
mm.	musculi
PET	pozitronová emisní tomografie
ROM	range of motion (rozsah pohybu)
TMS	transkraniální magnetická stimulace
TUG	Time Up and Go
VMIQ	Vividness of Motor Imagery Questionnaire
VVIQ	Vividness of Visual Imagery Questionnaire

Seznam obrázků

Obrázek 1 Grafické znázornění pohybu kyvadla a model převráceného kyvadla při titubacích těla ve stoji (Bizovská, 2017, s. 22).....	15
--	----

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vliv MI na posturální stabilitu.....	41
--	----