

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

**Představa pohybu jako terapeutická modalita
léčby bolesti**

Bakalářská práce

Autor: Markéta Kovářová

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

Obor: Fyzioterapie

Olomouc 2018

Anotace

Název práce: Představa pohybu jako terapeutická modalita léčby bolesti

Název práce v anglickém jazyce: Motor imagery as the therapeutic modality of pain management

Datum zadání: 31. 1. 2019

Datum odevzdání: 6. 5. 2019

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

Autor práce: Markéta Kovářová

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

Oponent práce: Mgr. Alena Svobodová

Abstrakt v ČJ:

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda má terapie pomocí představy pohybu vliv na bolest. Chronická bolest omezuje pacienta v řadě denních aktivit a nemá žádnou funkci, proto se stále hledají další účinné formy terapie. Práce nejdříve přibližuje působení bolesti na neuromuskulární aparát, potom se zabývá představou pohybu a jejím vlivem zejména na neurální struktury. Nakonec rozebírá vliv představy (a jiných mentálních technik) na konkrétní klinické chronické bolestivé stavy. Při zpracování tématu bylo použito celkem 50 studií. Ukázalo se, že představa pohybu může být účinnou formou doplňkové terapie u pacientů s komplexním regionálním bolestivým syndromem nebo s fantomovou bolestí. U jiných bolestivých stavů jako jsou například low back pain nebo bolestivé syndromy ramene není účinnost představy pohybu na snížení vnímání bolesti dosud prokázána.

Abstrakt v AJ:

The aim of this bachelor thesis was to find out, if motor imagery therapy affects pain. Chronic pain restricts patients in many daily activities and has no function. So new effective forms of therapy are sought. The thesis first describes the pain and its effect on neuromuscular structures. Then describes motor imagery and its effect, mainly on

neural structures. In the end analyzes the effect of motor imagery (and other mental techniques) on concrete clinical chronic pain states. 50 studies was used to elaborate the topic. It showed that the motor imagery can be effective form of complementary therapy in patients with complex regional pain syndrome or phantom limb pain. In other pain states like low back pain or chronic shoulder pain syndrome is efficiency of motor imagery on reducing pain perception not proven yet.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením PhDr. Barbory Kolářové, Ph.D., a v práci jsem uvedla všechny literární a odborné zdroje, které jsem použila pro zpracování této bakalářské práce.

V Olomouci dne 30. 4. 2019

Podpis:

Poděkování

Velmi ráda bych poděkovala paní PhDr. Barboře Kolářové, PhD., za vedení a cenné rady a připomínky, které mi v průběhu práce poskytla.

Obsah

Anotace	2
Obsah	6
Úvod	8
1. Bolest	10
1.1 Definice bolesti.....	10
1.2 Nociceptory	10
1.3 Vedení bolesti.....	10
1.4 Tlumení bolesti	11
1.5 Mechanismus působení bolesti na nervový systém	12
1.5.1 Periferie	12
1.5.2 Mícha.....	12
1.5.3 Subkortikální úroveň.....	12
1.5.4 Kortikální úroveň	14
1.6 Dělení Bolesti	14
1.6.1 Akutní.....	14
1.6.2 Chronická	15
2. Představa pohybu.....	17
2.1 Typy představy	17
2.2 Parametry nutné k provedení představy pohybu	18
2.3 Mechanismus působení představy pohybu na neuromuskulární systém	19
2.3.1 Neuromuskulární struktury aktivované během MI	19
2.3.2 Korové změny v souvislosti s MI	23
3. Představa pohybu a bolest.....	25
3.1 Teorie použití MI pro terapii bolesti.....	25
3.1.1 Korové změny v souvislosti s bolestí.....	25
3.2 Možnosti terapie bolesti pomocí mentálních představ.....	27

3.3 Limity terapie představou pohybu	30
4. Využití představy pohybu u konkrétních klinických bolestivých stavů	32
4.1 Fantomová bolest.....	32
4.1.1 Kortikální změny po amputaci.....	35
4.1.2 Vliv MI na fantomovou bolest.....	35
4.2 Komplexní regionální bolestivý syndrom.....	36
4.2.1 Vliv MI na KRBS	37
4.3 Low back pain	38
4.3.1 Vliv MI na LBP	38
4.4 Bolestivé rameno	40
Závěr	42
Referenční seznam	44
Seznam zkratk	51
Seznam obrázků	52
Seznam tabulek	53

Úvod

Pohyb je základním projevem života. Mohou však nastat situace, kdy ho nelze provést vůbec (např. po amputaci), nebo je jeho provedení značně omezeno či komplikováno bolestí (u celé řady chronických bolestivých stavů, jako je komplexní regionální bolestivý syndrom, bolest dolních zad či syndromy bolestivého ramene). Bolest tak limituje provedení pohybu a má vliv na sníženou kvalitu života pacientů. Její terapie je proto jednou z priorit léčby, přičemž medicína stále hledá nové účinné postupy. Chronická bolest se dnes léčí zejména pomocí farmak (opioidní a neopioidní analgetika), případně fyzioterapeutickými metodami nebo alternativními prostředky, jako je např. hypnóza, kognitivně behaviorální postupy a další. V současné době se uvažuje i o významu představy pohybu v terapii bolesti.

Tato práce se zabývá otázkou, do jaké míry může být představa pohybu skutečně přínosná pro konkrétní chronické bolestivé stavy. V první části práce je rozebrán mechanismus bolesti, její působení na nervový systém a také tlumení bolesti. V další části je rozebrána představa pohybu, její vliv na neuromuskulární aparát a souvislost mezi bolestí a představou pohybu. Poslední část se zaměřuje na využití představy pohybu u konkrétních chronických bolestivých stavů.

Při chronické bolesti dochází ke změnám ve struktuře mozkové kůry (tzv. korová reorganizace). Ty jsou dány především nedostatečnou stimulací korových oblastí z periferie, kam spadá i nedostatečné používání bolestivých částí těla. Nicméně bylo prokázáno, že stejné mozkové oblasti se zapojí jak při reálném pohybu, tak při jeho představě. A aktivita těchto oblastí může napomoci k odbourání patologické reorganizace a návratu do původního stavu, nebo přiblížení se k němu. Sloučení těchto poznatků by mělo jít využít v praxi jako terapie pomocí představy pohybu velmi dobře u pacientů, u kterých není pohyb možný. Snaha je navrátit u těchto pacientů pomocí představy pohybu stav mozkové kůry do původní podoby před reorganizací danou chronickou bolestí. Prvně se výzkumy zabývaly pacienty s fantomovými bolestmi po amputaci, později se rozšířilo pole působnosti i na komplexní regionální bolestivý syndrom a v posledních letech se pozornost stáčí k dalším stavům, jako je chronická bolest zad či ramene.

Pro vyhledávání zdrojů byly využity databáze PubMed, Google Scholar, Elsevier. K vyhledání článků v databázích byla použita klíčová slova: představa pohybu, mozková kůra, bolest, fantomová bolest, komplexní regionální bolestivý syndrom (KRBS), bolest

dolních zad, zmrzlé rameno a jejich anglické ekvivalenty (motor imagery, cortex, pain, phantom limb pain, complex regional pain syndrome (CRPS), low back pain, frozen shoulder). Celkem bylo použito 56 zdrojových dokumentů, z toho 6 knižních publikací v českém jazyce, 2 články v českém jazyce v elektronické podobě a 48 článků v anglickém jazyce v elektronické podobě.

1. Bolest

1.1 Definice bolesti

Bolest je dle Světové zdravotnické organizace definována jako „*nepříjemná senzorická a emocionální zkušenost spojená s akutním nebo potenciálním poškozením tkání, nebo je výrazy takového poškození popisována. Bolest je vždy subjektivní.*“ (Rokyta, 2015, s. 564). Bolestí jako takovou a její léčbou se zabývá algeziologie. Vzhledem k tomu, že prožívání bolesti je subjektivní, popis a třídění jsou obtížné. Rozlišujeme však bolest akutní a chronickou (podle doby trvání a možnosti ovlivnění) a dále dělíme bolest podle místa vzniku, nociceptorů a vláken, které vedou bolestivý vjem.

1.2 Nociceptory

Receptory bolesti, neboli nociceptory, nalezneme ve většině tkání lidského těla. Jedná se o volná nervová zakončení aferentních vláken v kůži, svalech, kloubních pouzdech a periostu, stěně trávicí trubice, srdci, cévách. Množství těchto nervových zakončení je v různých tkáních různé, a některé orgány je dokonce nemají vůbec – např. chrupavky, kosti, játra, ledviny. V kůži jsou receptory nejhojnější a rozlišujeme typy: a) volná nervová zakončení, b) vysokoprahové mechanoreceptory, c) polymodální nociceptory. Jsou to zakončení vláken typu A δ a C. Volná nervová zakončení vnímají pouze bolest a obvykle se neprojevují, aktivují se až teprve po patologickém dráždění – tzv. mlčící, tiché nociceptory. Vysokoprahové mechanosenzitivní receptory (vlákna A δ) vnímají silné mechanické podráždění. Polymodální nociceptory (vlákna C) jsou drážděny všemi druhy bolestivé stimulace, zejména chemickými látkami, jež se vylučují při poškození tkáně (H⁺, K⁺, histamin, serotonin, bradykinin), mohou být uloženy i hlouběji. Sem patří též termosenzitivní receptory (vlákna A δ), které vyhodnotí jako bolestivý vjem teploty nad 45 °C nebo pod 10 °C (Rokyta, 2015, s. 558, 564-565; Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 32; Rokyta, 2009, s. 21-22). Existuje ještě jeden typ bolesti, který nevzniká drážděním nociceptorů, ale přímo senzitivního nervu, nazýváme ho neuropatickou bolestí (Rokyta, 2015, s. 572).

1.3 Vedení bolesti

Z nociceptorů se informace o bolesti dostává do vyšších center nervovými vlákny typu C, která nejsou myelinizovaná a vedou rychlostí 0,5-3,5 m/s pomalou špatně lokalizovatelnou bolest, hlavně hlubokou a viscerální, a slabě myelinizovanými vlákny A δ , které rychlostí 2-30 m/s vedou bolest dobře lokalizovatelnou, spíše povrchovou, rychlou, ostrou (Rokyta, 2015,

s. 569). Tato vlákna končí v míše, v Rexedových zónách I, II (substantia gelatinosa Rolandi) a III. Sem je vedena hlavně bolest povrchová. Hluběji vznikající bolest končí v hlubších Rexedových laminách – V, VII, VIII a X. Na míšní úrovni se dráhy kříží a vedou do talamu cestou tractus spinothalamicus ventralis a lateralis, tractus spinoreticulotalamicus, který prochází skrze retikulární formaci, a také drahami zadních provazců míšních – fasciculus gracilis a cuneatus. Za afektivně-emoční složku bolesti zodpovídají další dráhy vedoucí skrze hypotalamus a amygdalu. Z talamu informace pokračuje kortikálně do limbického systému (gyrus cinguli, insula) anebo do prefrontální mozkové kůry (Vaculín in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 59-60). Informace o bolesti tedy prochází všemi etážemi nerovnovážného systému od periferie až po kůru a ve všech částech je zpracovávána a může být tlumena.

1.4 Tlumení bolesti

Tlumení bolesti je složitý proces a dosud není plně vysvětlen jeho princip, existuje však několik teorií. Mezi nejvýznamnější patří vrátková teorie (gate control theory), kterou v roce 1965 publikovali Ronald Melzack a Patrick D. Wall. Přestože později bylo dokázáno, že tato teorie není zcela správná, stala se podkladem pro další bádání s cennými výsledky (Keller, Vyklický in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 63, 66). Ve stručnosti dle této teorie existuje v zadních rožích míšních tzv. vrátkový systém, který je modulován poměrem aktivity vláken vedoucích senzitivní informací. Aktivita silných vláken A β „zavírá vrátka“, čili tlumí nocicepci, naopak aktivita slabých vláken A δ a C vrátka „otevívá“ – podporuje přenos bolestivých vjemů, avšak pouze těch povrchových z kožních receptorů. (Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 34). Vrátkový systém zajišťují tzv. WDR neurony (wide dynamic range neurons) – neurony širokého dynamického rozsahu. Ty reagují jak na nociceptivní, tak na taktilní stimuly. Silný taktilní stimulus na periférii pak může utlumit odpověď na nociceptivní stimulus a stejně funguje i méně intenzivní stimulus blíže k centru. Podmínkou je, že nociceptivní i taktilní stimulus musí být v 1 dermatomu (Mancini et al., 2013, s. 635). Další významnou teorií, zabývající se i hlubokými receptory, je tzv. endorfinová teorie založená na faktu, že tělo je schopno tvořit peptidy (endorfiny, enkefaliny, dynorfiny) s analgetickým účinkem. Toho se využívá ve farmacii, kdy jsou tyto peptidy dodávány v syntetické formě jako opioidní analgetika. Další z teorií – tzv. teorie kódů vychází z předpokladu, že z periferie se informace o bolesti přenáší ve formě kódu a dekoduje se až v CNS. Spadá sem teorie sumace, periferního kódu, reverberačních okruhů a teorie interakce a sumace. V současnosti nejsou často zmiňovány (Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 36, 37).

1.5 Mechanismus působení bolesti na nervový systém

1.5.1 Periferie

Periferie je pro vznik bolesti ve většině případů klíčová, neboť se zde nachází nociceptory, které detekují informaci o bolesti a posílají ji do vyšších pater nervového systému. Výjimku tvoří tzv. neuropatická bolest, která nevzniká drážděním nociceptorů, ale přímo periferního nervu, tudíž její vznik je také na periférii. Mimo periférii může být bolest vyvolána onemocněním nebo jiným narušením struktury vyšších orgánů nervové soustavy (funkční spinální nebo supraspinální poruchy, např. poškození zadních míšních kořenů – centrální bolest, onemocnění jader talamu – talamická bolest) (Rokyta, 2015, s. 571-572). Do oblasti periferie spadají také periferní nervy, které vedou informace z receptorů do míchy. Jejich přetětí může způsobovat různé změny periferní tkáně, jako je spontánní aktivita či hyperexcitabilita, a tyto vedou až k akutní či chronické bolesti. Při růstu a regeneraci periferních nervů se uplatňují neurotrofické faktory. Pokud je třeba zahojit přetátný nerv, vyskytují se ve tkáni ve zvýšené míře a mohou zde indukovat změny v termické a mechanické senzitivě kožních neuronů (Jankowski et al., 2009, s. 2).

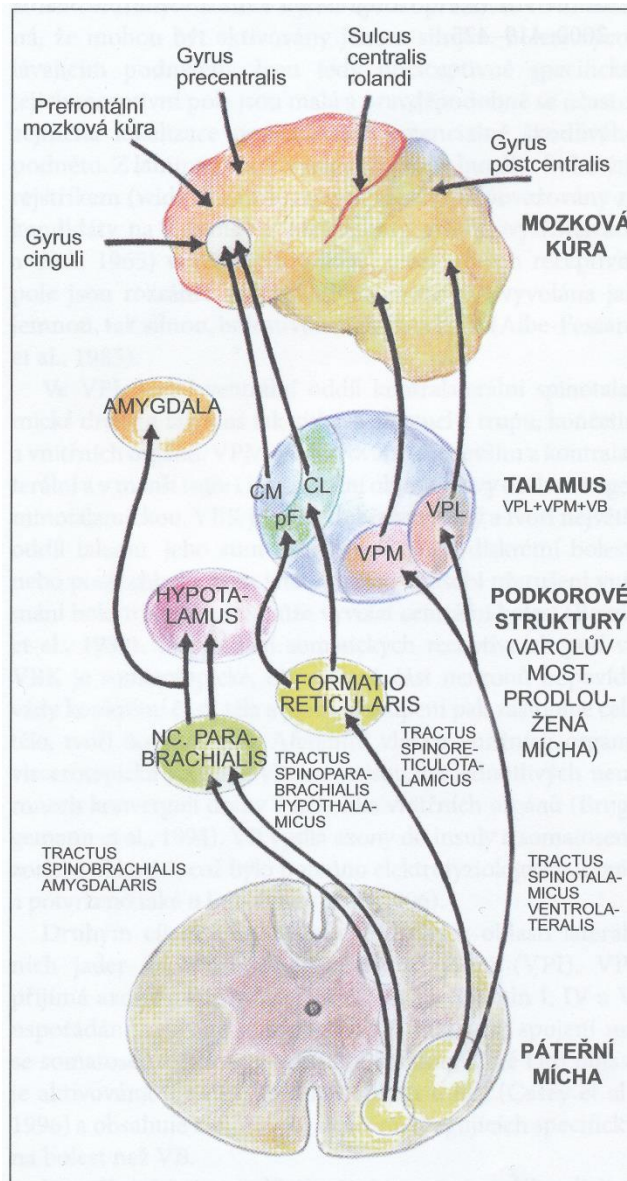
1.5.2 Mícha

Mícha je první centrum, kde dochází ke zpracování bolestivého vjemu. Z nocisenzorů je informace vedena jednak do zadních kořenů míšních, kde se přepojuje do 5 drah vedoucích bolest, ale dochází také k několikerému přepojení na motoneurony, což má za následek ochranný flekční reflex končetin. Přepojení je také do tzv. Lissauerova traktu, který převádí (nejen) bolestivý podnět na druhou polovinu míchy (Rokyta, 2015, s. 566, 570). Nicméně mícha není jen místem pro přepojení, už na této úrovni existuje určitá plasticita nervové tkáně – po přetnutí periferního vlákna chybí projekce do příslušné Rexedovy laminy, avšak obnoví se po uzdravení nebo sešití vlákna a obnovení toku informací (Rokyta in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 82).

1.5.3 Subkortikální úroveň

Anatomicky na subkortikální úroveň patří mozkový kmen a retikulární formace, limbický systém a zejména talamus. Ten se zapojuje do adaptačních procesů zpracovávání nociceptivní informace a jeho poranění může spustit centrální bolest (Vaculín in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 61). V jádrech retikulární formace, která se táhne mozkovým kmenem, končí vlákna spinoretikulární dráhy. Odtud jde informace dále do talamu a tam

končí také vlákna spinotalamických drah. Skrze thalamus musí též projít veškerá senzorká informace.



Obrázek 1: Dráhy bolesti (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 59).

Hlavní drahou vedoucí bolest je anterolaterální dráha, která končí v nucleus ventralis posterior (somatická bolest) – dnes spíše nazýván jako posteriorní komplex, a v mediálním thalamu, kam vedou dráhy z retikulární formace (viscerální bolest) (Albe-Fessard, 1998, s. 81-88). Účelným drážděním jader thalamu nebo anterolaterální dráhy je možno dosáhnout tlumení bolesti (zejména neuropatické, cévní či viscerální) (Rokyta in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 59). Na subkortikální úrovni dochází jednak k přepojení, ale také ke kontrole a úpravě bolestivých vjemů. Jestliže totiž rozdělíme bolest do 3 složek – senzorko-diskriminační,

afektivně-motivační a kognitivně-evaluační, pak už na podkorové úrovni jsou jádra talamu zodpovědná za některé z těchto složek. Konkrétně laterální jádra především za senzorio-diskriminační a mediální za afektivně-motivační. Kognitivně-evaluační složka náleží spíše do úrovně kortexu a limbického systému (Vaculín in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 61).

1.5.4 Kortikální úroveň

Dráhy vedoucí bolest končí až v nejvyšší mozkové struktuře – šedé kůře (Obrázek 1, str. 13). Bolest se projikuje do senzitivních oblastí somatotopicky dle místa vzniku bolesti na periférii – do primární somatosenzorické oblasti kontralaterálně a do sekundární somatosenzorické oblasti bilaterálně. Útrobní bolest je projikována do insuly a do přední části gyrus cinguli. V sekundární somatosenzorické oblasti ještě může dojít k přepojení a následně je signál veden do amygdaly. Zajímavé však může být, že do mozkové kůry vede již jen málo vzestupných vláken vedoucích bolest, proto u člověka s neporušeným nervovým systémem má větší vliv spíše talamus. Naopak bolest pacientů s přerušenu částí specifických vzestupných drah je možné skrze kůru (ale talamus též) ovlivňovat (Albe-Fessard, 1998, s. 109, 128). Somatosenzorická kůra se v závislosti na senzoriocké deprivaci remodeluje. Proto se předpokládalo, že chronická bolest je vždy spojena s reorganizací. Nicméně později bylo zjištěno, že tomu tak nemusí být u všech případů, vzhledem k různé prezentaci a etiologii chronické bolesti. Některé studie pak dokládají kortikální změny i u akutní bolesti. To vedlo k otázce, jaký mechanismus stojí za remodelací. Ukazuje se, že pravděpodobně souvisí s aktivitou primární somatosenzorické oblasti – při nedostatečné stimulaci dochází k insuficienci afektované části a následné reorganizaci. Čili samotná bolest kortikální změny neindukuje, ale může stát na počátku řetězce (Gustin et al., 2012, s. 14874-14881).

1.6 Dělení Bolesti

Bolest se z časového hlediska dělí na akutní a chronickou. Avšak roli v rozdělení hraje i řada dalších faktorů (např. možnost kauzálně ovlivnit zdroj bolesti nebo pouze symptomaticky bolest tlumit). Rozdíly mezi akutní a chronickou bolestí shrnuje Tabulka 1 (str. 15).

1.6.1 Akutní

Akutní bolest je příznakem, který informuje organismus o netypickém stavu či poškození tkáně, a má tak protektivní funkci (chrání před dalším poškozováním struktury). Farmakoterapie zahrnuje neopioidní analgetika (např. paracetamol), nesteroidní antiflogistika (např. diklofenak) a opioidní analgetika, kam se řadí např. tramadol, piritramid, morfin,

remifentanil. Opioidy jsou silnější a mají také více nežádoucích účinků (útlum dýchání, nevolnost a zvracení, zvýšení tonusu svěračů a další), proto se používají obvykle až u závažnějších stavů. K podpoření účinků farmakoterapie se používají tzv. adjuvantní analgetika. Bolest lze ovlivňovat také tzv. regionální analgezií, což je invazivní metoda, kdy dochází k dočasné bloádě nervového vedení, a tedy úlevě od bolesti. Nefarmakologická terapie se používá jako doplněk farmak a využívá se klid a antalgická poloha, trakce nebo extenze, z fyzikální léčby pak kryoterapie a galvanizace. Důležitou součástí péče o pacienta je psychická podpora (Ševčík, Čumlivski in Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 202-213; Rokyta, 2009, s. 86).

Tabulka 1: Rozdíly mezi akutní a chronickou bolestí (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 203)

	akutní bolest	chronická bolest
Trvání	hodiny až dny	měsíce až roky
Význam	pozitivní – výstražná funkce	negativní – chybí smysluplný význam
Lokalizace	zpravidla lokalizovaná	často difusní
Přijatelnost	větší	zřídka
Příčina	většinou periferní	často centrální se spoluúčastí psychiky
Průběh	zpravidla rychlé zlepšování	často progresivní zhoršování

1.6.2 Chronická

Chronická bolest je dlouhodobý stav (trvá více než 3-6 měsíců nebo dobu delší než obvyklou pro dané onemocnění), který můžeme považovat za samostatnou nemoc, někdy je označována jako tzv. biopsychogenní syndrom. Na rozdíl od akutní bolesti nemá žádnou funkci, ale ovlivňuje pacienta po fyzické, psychické i sociální stránce. Léčba chronické bolesti bývá obtížná a vyžaduje multidisciplinární přístup. Chronická bolest bývá spojena s psychickými poruchami např. s depresemi, úzkostmi či poruchami spánku (Kondrová, Vondráčková, 2010, s. 64-71), viz Tabulka 2 na str. 16. Vlivem chronické bolesti může dojít k remodelaci kortexu, jak je popsáno výše, nebo k patologiím hybného systému vyvolaným dlouhodobým setrváváním v úlevové pozici (např. atrophie ex inactivitate).

Tabulka 2: Typické doprovodné příznaky akutní a chronické bolesti (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2009, s. 35)

akutní bolest	chronická bolest
pocení	poruchy spánku a chování
zrychlený tep	deprese
zrychlené dýchání	změny osobnosti
vazokonstrikce	zhoršená kvalita života
mydriáza – rozšíření zorniček	sociální izolace
paralýza střev	zácpa
retence moči	ztráta zaměstnání
katabolismus	nebezpečí suicidia
hyperglykémie	poruchy libida

Medicína se snaží dlouhodobě hledat další metody přispívající k úlevě od chronické bolesti. Zajímavou teorií zmírňování chronické bolesti přináší tzv. pleasant pain relief čili úleva od bolesti pomocí příjemných vjemů. Nedávná studie (Bitar, Marchand, Potvin 2018) ukazuje, že pokud bolestivý vjem přebije jiný silnější vjem, který však naráz skončí, dostaví se příjemný pocit spojený s úlevou. Tato empirie vychází v podstatě z endorfinové teorie tlumení bolesti čili z předpokladu, že po přerušení škodlivého stimulu nastává příjemný pocit a ten má analgetické účinky. Nicméně ukazuje se, že úleva je pouze krátkodobá (Bitar, Marchand, Potvin, 2018, s. 1-6). Další metodou, jež byla prezentována teprve nedávno jako terapeutický prvek v léčbě bolesti, je představa pohybu.

2. Představa pohybu

Představu pohybu (motor imagery, dále MI) lze popsat jako kognitivní schopnost definovanou jako mentální simulaci nebo mentální nácvik pohybu bez jeho skutečného provedení, jinými slovy představa pohybu je inhibice reálného pohybu (Hanakawa, 2016, s. 57). Jedná se o aktivní proces, během kterého je reprezentace specifické akce vnitřně produkována za účasti pracovní paměti bez vnějších známek pohybu (Malouin, Richards, 2010, s. 241). Je považována za terapeuticky relevantní techniku pro zlepšení motorického uzdravování po neurologických i periferních poruchách či dysfunkcích (Saruco et al., 2017, s. 3). A to proto, že umožňuje zpracovat somestetickou informaci nutnou k provedení pohybu před započítím pohybu (Zangrando et al., 2014, s. 68).

Podstatou MI jsou takzvané zrcadlové neurony, které se nacházejí v premotorické oblasti, dolní parietální oblasti, insule a cingulu. Ty totiž aktivují motorické oblasti mozku tehdy, když osoba pohyb sleduje nebo si jej představuje, nebo dokonce když slyší zvuky s pohybem související. Díky zrcadlovým neuronům je člověk schopen učit se pozorováním ostatních, ale i soucítit s jinou osobou (Rizzolatti, Fogassi, 2014, s. 1). Představou aktivované motorické oblasti se významně překrývají s oblastmi zapojenými při skutečném pohybu, což označujeme jako neurofunkční ekvivalenci (Saruco et al., 2017, s. 3). To je ve shodě s poznatkem, že pohybové (lokomoční) aktivity prováděné mentálně i fyzicky mají stejné zásady a principy (Malouin, Richards, 2010, s. 241).

2.1 Typy představy

K aktivaci motorických oblastí díky zrcadlovým motoneuronům dochází při sledování pohybu (action observation), kdy pacient pasivně sleduje určitou činnost bez vlastní intervence, nebo při představě pohybu (motor imagery), kdy si pacient aktivně činnost představuje. Může tak činit z pohledu 3. osoby („sleduje“, jak aktivitu vykonává někdo jiný), nebo z pohledu 1. osoby (představuje si, jak aktivitu provádí on sám). Aby však vůbec k aktivaci kůry došlo, musí mít pacient předchozí zkušenost s daným pohybem (Kolářová, 2015, s. 133). Každý ze způsobů oslovuje různé modality: pohled 3. osoby (externí) předpokládá především vizuální motorickou reprezentaci, zatímco pohled 1. osoby (interní) kromě vizuálních pocitů zahrnuje díky simulovaným pohybům také kinestetické vjemy (Malouin, Richards, 2010, s. 241). Jiné dělení než podle perspektivy (interní a externí), ačkoliv spolu úzce souvisí, je na kinestetickou a vizuální představu podle druhu percepce. Vizuální představa (VI) spočívá v užití vizuální percepce daného pohybu prostřednictvím

mentální vizualizace tohoto pohybu. Je to, jako by pacient v představě sledoval něčí pohyb (externí představa), nebo svůj pohyb jakoby prostřednictvím kamery připevněné k hlavě. Kinestetická představa (KI) využívá kinestetické somatosenzitivní percepce, kdy se zapojí stejné mechanismy jako u plánování a přípravy pohybu. Čili jde o představu „feel the movement“, pacient mentálně vnímá práci a pohyb svalů. Z toho plyne, že interní představa bývá z pohledu 1. osoby a zapojuje kinestetické (ale i vizuální) mechanismy, naproti tomu externí představa bude spíše vizuální a z pohledu 3. osoby. V obou případech se zapojí různé nervové obvody, a lze tedy předpokládat, že využití jednoho nebo druhého typu bude mít různý efekt (de Souza, Martins, Bastos, 2015; s. 59; Guillot et al., 2009, s. 2158; Malouin, Richards, 2010, s. 248).

2.2 Parametry nutné k provedení představy pohybu

Pro to, aby trénink MI vůbec proběhl, musí existovat / být zachována schopnost motorické představy pohybu. Její úroveň lze zjistit přesně měřenou a intenzivní aktivitou motorických oblastí mozkové kůry. Řada studií poukazuje na silný vztah mezi živostí představy a úrovní mozkové aktivace (Malouin, Richards, 2010, s. 247). Za nástroje měření lze považovat živost, časovou kongruenci neboli izochronii (Saruco et al., 2017, s. 4) a přesnost (Mizuguchi, Suezawa, Kanosue, 2018, in press). Živost značí, nakolik je představa jasná a jaká je intenzita pocitů spojených s představou. Jedná se o dynamický proces, ovlivněný somatosenzorickými vstupy, který se s průběhem terapie a uzdravování může upravovat. Izochronie je porovnání doby trvání pohybu v představě a reálného pohybu, a na rozdíl od živosti je spíše intaktní, co se somatosenzorických podnětů týká (Saruco et al., 2017, s. 4). Přesnost souvisí s živostí, ale pacienti s vysokou živostí nemusí nutně dosáhnout vyšší přesnosti než pacienti se slabší živostí (Mizuguchi, Suezawa, Kanosue, 2018, in press). Chronické bolestivé stavy mohou mít na schopnost MI vliv. Např. po amputaci je živost představy podstatně snížena, avšak mentální trénink je možný, pouze složitější (Saruco et al., 2017, s. 4-6). U řady muskuloskeletálních chronických bolestivých stavů byla zaznamenána zhoršená schopnost MI – představa byla pomalejší a méně přesná (Breckenridge et al., 2019, s. 120). Dle Jane Bowering et al. (2014) se bolest končetin se projevuje zhoršením reakčního času a bolest zad zhoršením přesnosti, zatímco čas je intaktní (Bowering et al., 2014, s. 1074). To je v rozporu s poznatky Heerkense et al. (2018), který zkoumal schopnost MI u pacientů s chronickou bolestí ramene a došel k závěru, že přesnost byla stejná na zdravé i postižené straně, a dokonce stejná u pacientů s bolestí a u zdravých kontrol. Čas představy a provedení byl stejný u pacientů jako u zdravých, ale poněkud překvapivě rychlejší na postižené straně

než na straně zdravé. To by mohla vysvětlovat vyšší citlivost postižené strany (Heerkens et al., 2018, s. 283-284). Lze však říct, že schopnost MI se vlivem rehabilitačního programu zlepšuje společně s pohybovými funkcemi (Saruco et al., 2017, s. 15).

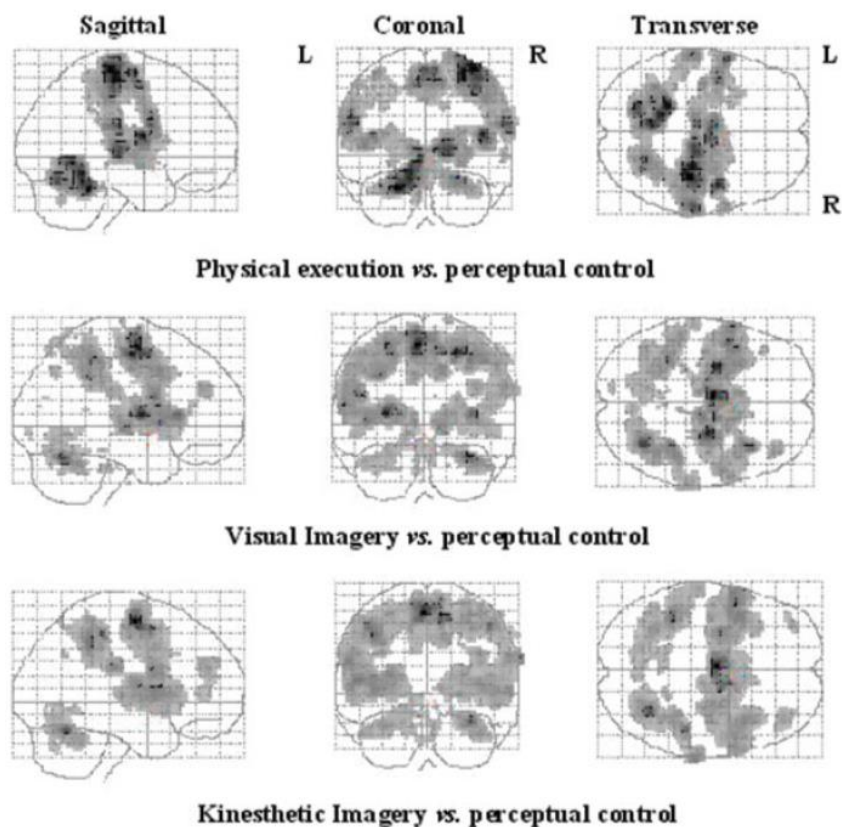
2.3 Mechanismus působení představy pohybu na neuromuskulární systém

Představování pohybu má na nervovou soustavu plastický vliv. Ta má totiž schopnost reagovat na neustálý tok informací skrze nervové spoje určitou přestavbou a tento jev nazýváme neuroplasticita. Plastická změna vzniká v závislosti na vnitřních či vnějších podmínkách anebo na zkušenostech a opakujících se podnětech (Kolář, 2009, s. 304). Jestliže tedy představu provádíme opakovaně, můžeme pravděpodobně dosáhnout určité reorganizace mozkové kůry, potažmo podkorových struktur aktivovaných během MI.

2.3.1 Neuromuskulární struktury aktivované během MI

Od 90. let existuje snaha sledovat mozkovou aktivitu během představy pohybu a nejčastěji se k tomu používají technologie PET (pozitronová emisní tomografie), fMRI (funkční magnetická rezonance) (Hanakawa, 2016, s. 59), TMS (transkraniální magnetická stimulace) (Ruffino, Papaxanthis, Lebon, 2017, s. 62).

Struktury aktivované během mentální představy jsou ty, jež jsou spojeny s provedením, přípravou, plánováním a motivací k pohybu. Sem patří především premotorická a suplementární motorická oblast, dále primární motorická oblast, bazální ganglia, talamus, střední mozek a nezanedbatelný podíl má též mozeček (Mochizuki et al., 2013, s. 1990). Při představě jednoduchých (určitá pohybová sekvence) i složitých celotělových pohybů (jako je tanec, běh, plavání) se zapojují obdobné kortikální sítě (Malouin, Richards, 2010, s. 242). Nelze opomenout fakt, že existují rozdíly aktivity při VI a KI (obrázek 2, str. 20). KI (interní představa) nabudí motorickou kůru více než VI (Ruffino, Papaxanthis, Lebon, 2017, s. 63) a zapojení korových oblastí je při KI podobnější tomu při skutečném provádění pohybu. Naproti tomu živost představy je vyšší u vizuálního typu (Malouin, Richards, 2010, s. 248). VI spíše aktivuje zrakové oblasti v okcipitálním laloku, kdežto KI spíše suplementární motorickou oblast, dolní parietální lalok, frontální lalok, mozeček (jeho motorické oblasti) a bazální ganglia (putamen a nucleus cadatus) (Guillot et al., 2009, s. 2165).



Obrázek 2: Porovnání aktivity mozku při fyzickém provedení, VI a KI oproti skupině percepční kontroly. (Guillot et al., 2009, s. 2165)

Primární motorická oblast (M1)

Aktivace primární motorické oblasti je v řadě studií sporná. Guillot et al. (2009) navrhuje vysvětlení, že příčinou mohou být metodologické odlišnosti a složité dodržování monitoringu MI (Guillot et al., 2009, s. 2158). Hanakawa (2016) se opírá o členění pohybu do 3 fází (plánovací, přípravná, vykonání pohybu) a udává, že přípravná fáze aktivitu indukuje více než plánovací (při MI již nedochází ke třetí fázi provedení pohybu, respektive pohyb je inhibován). Zde může působit problémy nedostatečné vyřazení svalové aktivity (pak totiž v podstatě nastává i třetí fáze pohybu). Druhý možný způsob vysvětlení je dle něho rozdíl aktivity při vizuální a kinestetické představě, kdy VI moduluje spíše zrakové arey v horním parietálním laloku, kdežto KI moduluje spíše regiony spojené s motorickými úlohami. A v poslední řadě upozorňuje na fakt, že literatura je nejednoznačná, neboť některé neuroanatomické atlasy se rozcházejí v definování oblastí a záleží tedy na autorech studie, s jakou literaturou pracovali (Hanakawa, 2016, s. 59-60). Aktivita M1 je větší, když je

končetina při představě ve stejné pozici jako při vykonávání pohybu (Ruffino, Papaxanthis, Lebon, 2017, s. 64).

Premotorická oblast (PM) a suplementární motorická oblast (SM)

Tyto oblasti jsou klíčové pro plánovací a přípravnou fázi motorické kontroly a podkladem pro MI. Z analýzy konektivity během MI dokonce PM vyplývá jako klíčový úsek. S čímž souvisí fakt, že část PM přemostňuje kognitivní a motorické sektory mozku. Somatotopické uspořádání PM a SM přispívá k diferenciaci aktivace při pohybu (nebo jeho představě) různými částmi těla – mentální rotace nohou vyvolala aktivaci dorzálnějších částí než mentální rotace rukou (Hanakawa, 2016, s. 60). Guillot et al. (2009) sice prokázal, že při VI a KI se nezapojují zcela totožné struktury, nicméně SM se aktivuje u obou typů a pravděpodobně má stěžejní roli při zprostředkovávání MI, jelikož během představy opozice palce byla získána silnější odpověď než při skutečné opozici (Guillot et al., 2009, s. 2168).

Primární somatosenzorická oblast (S1)

Součástí primární somatosenzorické oblasti je posteriorní parietální kortex, který plní různé úkoly a váže se zejména k plánovací fázi pohybu. Pacienti s postižením této oblasti mají potíže s přesným provedením MI, mohou při ní nevědomě provádět pohyb, chybí predikce provedení pohybu skrze představu. Oblasti S1 a M1 jsou aktivovány skrze vibrační stimuly na šlachy, jež indukují iluzorní percepci kinestezie. I další senzorické oblasti se mohou k MI vázat: sulcus temporalis posterior superior, který hraje zásadní roli v analýze vizuálního pohybu, je aktivován zvuky kroků, temporoparietální junkce (multisenzorická oblast v blízkosti S1) má spojitost s tzv. mimotělní zkušeností – iluze, že pacientovo druhé nehmotné tělo se vznáší nad jeho tělem fyzickým (Hanakawa, 2016, s. 60). VI pak aktivuje především superiorní část, KI inferiorní (Guillot et al., 2009, s. 2169).

Prefrontální oblasti

Tyto regiony mají během MI inhibiční roli: potlačují zjevné pohyby. Přičemž představa pohybu je v podstatě inhibice reálného pohybu (Hanakawa, 2016, s. 57). Supresi pohybů při přípravné fázi řídí především ventrální prefrontální kortex a přední cingulum, což jsou oblasti, které se společně s PM aktivují během MI nejčastěji (Hanakawa, 2016, s. 60). Sem patří i orbitofrontální kortex, který je zahrnut do inhibičních reakcí (Jackson et al., 2003, s. 1178).

Subkortikální oblasti

Z podkorových oblastí se při MI zapojí především mozeček a bazální ganglia. Jejich role je nejistá, ale spolupracují s motorickým kortexem (díky propojení sítí). U pacientů s Parkinsonovou chorobou je schopnost MI zpomalena, předpokládá se tedy, že bazální ganglia modulují parametry MI, jako je rychlost, spíše než obsah. O mozečku se předpokládá, že zpracovává eferentní kopii z motorického kortexu, a tak poskytuje základ pro mentální stimulaci (Hanakawa, 2016, s. 61). Mozečkové motorické oblasti přijímají vstupy ze spinocerebelárních vláken, z M1 a S1 skrze pont, a pak je vrací zpět do M1. Aktivita mozečku spojená s pohybem je pozorována u pacientů se značným senzoryckým poškozením. Je vysvětlována zpracováváním senzorycké informace pro zpětnovazební motorické řízení, část této aktivity však pravděpodobně reflektuje řízení pomocí dopředné vazby. Bazální ganglia vykazují aktivitu spjatou s pohybem a představou, a to na straně kontralaterální k prováděnému úkonu (Hanakawa et al., 2003, s. 1000).

Mícha

Na míšní úrovni nemá MI za následek přímý vzrůst motoneuronální excitability, ale spíše modulaci interneuronální excitability regulované úrovní presynaptické inhibice. Během MI může dojít k aktivaci interneuronů (Grosprêtre et al., 2018, s. 2). Předpokládá se, že interneurony, které presynapticky inhibují primární aferenci, mají nižší práh dráždivosti než α -motoneurony, čili mohou reagovat na podprahové kortikální výstupy – kam spadají i výstupy generované MI. Vliv MI na míšní vzrušivost jde ovšem pozorovat až po určitém množství opakování. Pak lze sledovat plastické změny v interneuronálních sítích, ale jedná se pouze o krátkodobou plasticitu – po pár minutách se vrací zpět. To ovšem nevylučuje dlouhodobý efekt po mnoha opakováních. Po týdenním tréninku MI byl pozorován značný vzrůst základní úrovně míšní excitability. Tato presynaptická interneuronální plasticita, která je známá pro zlepšování dovedností a provedení pohybů při reálném tréninku, se může podílet na zlepšení prokázaném po repetitivním tréninku MI (Grosprêtre et al., 2018, s. 11).

Svaly

S aktivací míšních struktur souvisí i aktivace míšních reflexů, potažmo svalstva. Při imaginaci dochází k aktivaci svalového vřeténka a byla prokázána zvýšená elektromyografická aktivita při MI oproti klidovému měření. Míra aktivity závisí na míře

mentálního úsilí, typu kontrakce nebo přítomnosti předmětu, s kterým pacient v mysli manipuluje. Vyvolaná aktivita svalů má spíše tonický charakter (Kolářová, 2015, s. 134).

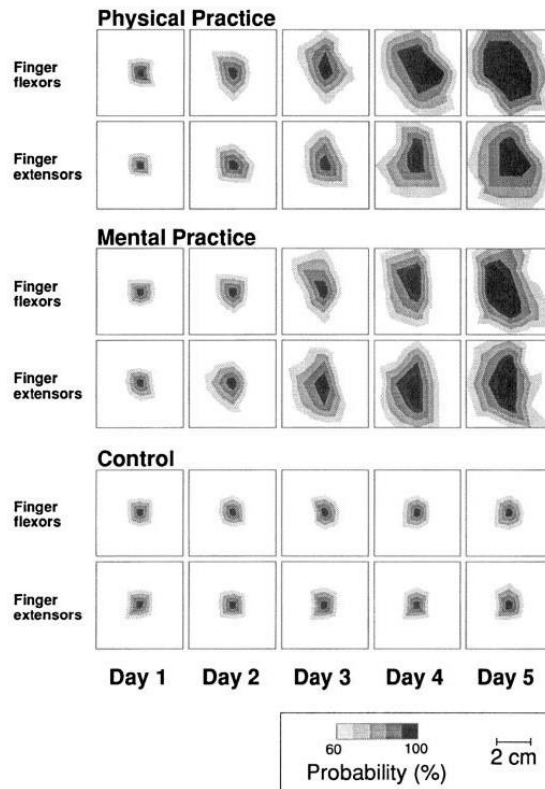
Autonomní nervový systém

Aktivita autonomního nervového systému vykazuje při MI obdobné známky jako při skutečném pohybu. Například srdeční a dechová frekvence rostou s mírou představovaného úsilí, dále byly pozorovány změny ve ventilaci a systolickém krevním tlaku. Termovaskulární a elektrodermální odpovědi při MI odpovídají reálnému pohybu (Guillot et al., 2009, s. 2158).

2.3.2 Korové změny v souvislosti s MI

S aktivací mozkové kůry souvisí již zmíněná plasticita. Změny ve struktuře mozkové kůry jsou v množství a rozmístění jednotlivých nervových spojů (tzv. korová reprezentace – tj. síť neuronů, které reprezentují něco jiného, např. slovo, myšlenku, či imunitní odpověď), ne v uspořádání jako takovém (homunkulus). Neuroplasticity lze dobře využít při učení pohybu nebo při vytváření nových spojů po úrazech mozku. S tím totiž souvisí, že čím méně je vstupů z periferie, tím menší má tato část těla (např. sval) prostor v topografické reprezentaci v senzitivní i motorické oblasti kůry (viz homunkulus) (Ruffino, Papaxanthis, Lebon, 2017, s. 67). S tímto poznatkem však můžeme pracovat i opačně – jestliže je dodáváno dostatečné množství stimulů, může se plocha i zvětšovat.

To jako první dokázal Pascual-Leone (1995) a jeho tým, když měřili pomocí TMS, které oblasti mozku se zapojují při hře na piano, nebo při představě hry (pohybů a zvuků). Zjistili, že se zapojují stejné oblasti a že po 5 dnech intenzivního tréninku lze zaznamenat větší plochu aktivně se podílející na činnosti (Obrázek 3, str. 24).



Obrázek 3: Plocha motorické kůry, odpovídající flexorům a extenzorům na předloktí, aktivně se podílející při hře na piano během pětidenního tréninku u skupiny fyzicky trénujících, mentálně trénujících a netrénujících (Pascual-Leone et al., 1995, s. 1041)

Dalším důležitým výsledkem jejich studie je, že po pětidenním tréninku bylo sledováno zlepšení hry u těch, kteří cvičili fyzicky, ale stejně tak u těch, kteří cvičili pouze mentálně. Tento poznatek dokládá účinky představy pohybu na učení pohybu a jeho zlepšování (Pascual-Leone et al., 1995, s. 1041-1043).

3. Představa pohybu a bolest

3.1 Teorie použití MI pro terapii bolesti

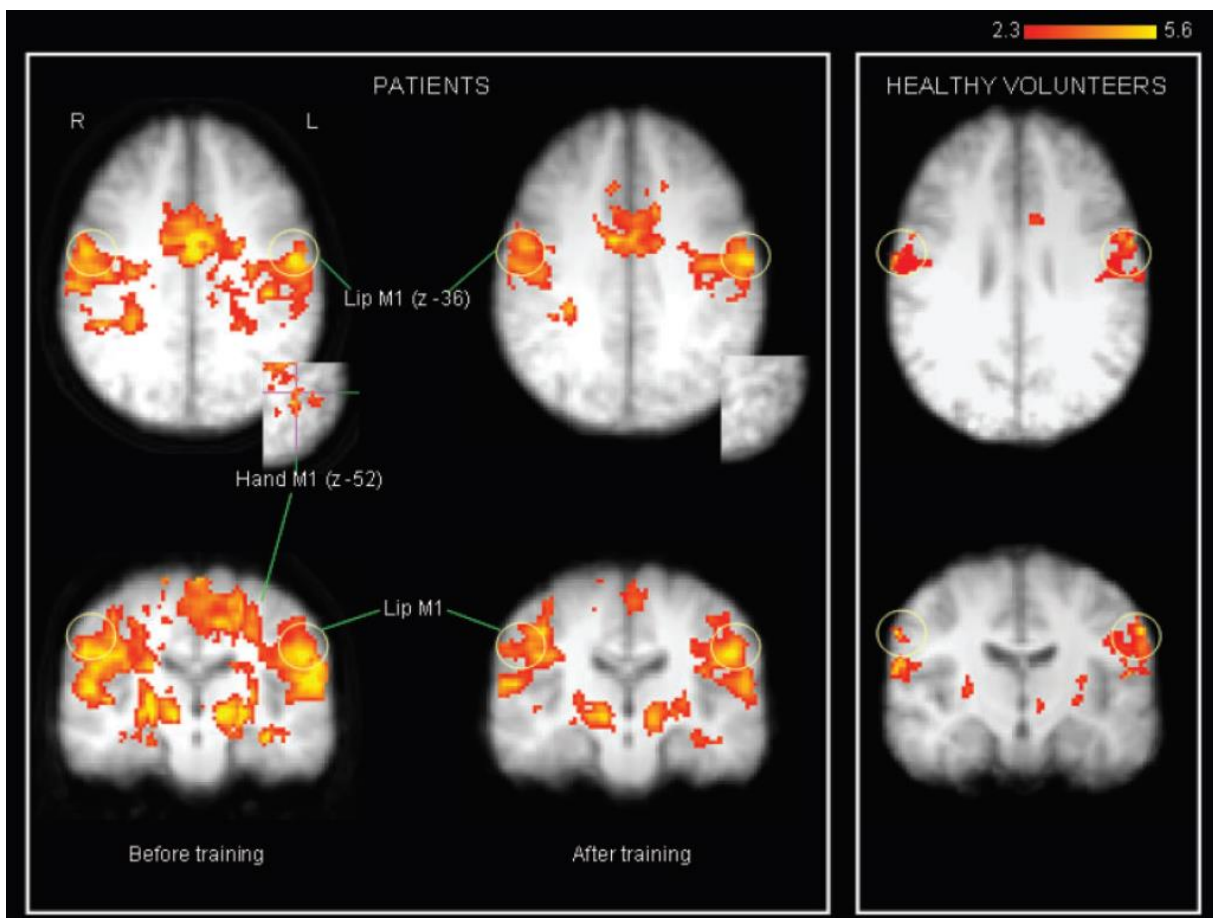
Jak je zmíněno výše, je prokázáno, že chronická bolest stejně jako představa pohybu působí změny v uspořádání mozkové kůry a snižuje aktivitu senzomotorické kůry (snížená aktivita S1 vede k percepci bolesti). Respektive, bolest sama o sobě s reorganizací spojená není, tu působí pravděpodobně konstantní dráždění S1 oblasti při některých typech chronické bolesti, jako jsou neuropatické bolesti, komplexní regionální bolestivý syndrom (KRBS) či low back pain (Gustin et al., 2012, s. 14874). Mezi rozsahem změn a intenzitou bolesti lze najít souvislost, takže při snížení intenzity nebo úplném odstranění bolesti je možno předpokládat návrat do původního stavu. Při chronické bolesti, kdy lze jen těžko určit a ovlivnit zdroj bolesti, tak můžeme využít i opačného efektu, a to změnou stavu mozkové kůry dosáhnout zmírnění bolesti. Touto změnou je myšleno právě ovlivnění kůry díky MI (MacIver et al., 2008, s. 2182). Jestliže provádění pohybu pacienta bolí, ale příčina není strukturální (např. KRBS), pak je nutné mozku „vnutit“ informaci, že pohyb lze provést bezbolestně, takže s postupným tréninkem je možné skutečně pohyb provést nebo zvětšit jeho rozsah. Dříve se bolest vnímala „odspoda vzhůru“ (informace směřuje od periferie k centru), avšak poznatky o fungování a plasticitě CNS vzbudily zájem o léčbu zneschopňující bolesti pomocí specificky adresované kortikální organizace, a tak se dnes již uvažuje o bolesti, jakožto fenoménu „shora dolů“ (Priganc, Stralka, 2011, s. 164-165).

O využití mentálních technik (tj. jakýkoliv typ terapie, který používá představu pohybu: specifickou observaci a/nebo představu normálního nebolestivého pohybu) jakožto terapeutické metody k tlumení bolesti, se uvažuje především v souvislosti se stavy chronické bolesti, které vedou k reorganizaci mozkové kůry. Sem řadíme zejména chronickou končetinovou bolest (např. fantomová bolest po amputaci, komplexní regionální bolestivý syndrom), ale také poinfarktovou bolest. Vliv mentálních technik byl zkoumán i v případech nepatologické (akutní) bolesti (Thieme et al., 2016, s. 167).

3.1.1 Korové změny v souvislosti s bolestí

Aktivita CNS se při vytrvalé bolesti mění a stupeň reorganizace koreluje s pokračující intenzitou bolesti. Šíře a směr kortikální reorganizace je poměrně variabilní u různých typů bolestí, týká se však především primární somatosenzorické oblasti (Gustin et al., 2012, s. 14874-14881). Korové oblasti bolestivých tělesných částí jsou zvětšené a posunuté ve

srovnání s oblastí pro zdravou končetinu (Thieme et al., 2016, s. 168). U amputovaných pacientů trpících fantomovou bolestí je popisován posun kortikální reprezentace ze sousedních somatosenzorických a motorických oblastí do deafferentované oblasti, konkrétně u pacientů s amputací na horní končetině dochází k posunu oblasti pro rty do oblasti pro ruku. Při zvrásnění rtů pak dochází k nepřiměřené aktivaci arey obličeje, zatímco u pacientů bez fantomové bolesti či zdravých jedinců nikoliv. Možným vysvětlením, proč somatotopický posun způsobuje bolest, může být to, že motorická kortikální aktivita pokračuje bez aferentní senzorycké zpětné vazby tlumící motorické řízení. Jinak řečeno, motorické korové řízení není inhibováno senzoryckou kortikální aktivitou, která by ověřovala, zda požadovaný pohyb skutečně proběhl (MacIver et al., 2008, s. 2181-2182). MacIver et al. ve své studii (2008) sledoval, že u pacientů s fantomovými bolestmi horních končetin se obecně při pohybu rtů nebo imaginativních pohybech fantomu zapojilo mnohem více oblastí než u zdravých jedinců (ti si představovali pohyb nedominantní ruky). Při jakékoliv ze zmiňovaných činností se aktivují také oblasti S1 a M1, k jejichž aktivaci u zdravých jedinců nedochází (Obrázek 4). Tato změněná aktivita se pojí s konstantní bolestí (MacIver et al., 2008, s. 2185-2189).



Obrázek 4: Aktivace kortexu během špulení rtů před a po tréninku. Žlutý kroužek značí areu rtů (Lip M1). Po tréninku je rozsah aktivace méně difusní a nedochází k aktivaci oblasti pro ruku (Hand M1). U zdravých kontrol se zapojí pouze oblast rtů. (MacIver et al. 2008, s. 2186)

3.2 Možnosti terapie bolesti pomocí mentálních představ

V současné době se zkoumá vliv různých terapeutických přístupů využívajících mentální představy na tlumení bolesti. Do skupiny tzv. mentálních technik patří nejen představa pohybu jako taková (motor imagery), ale také sledování pohybu (action observation), zrcadlová terapie (mirror therapy, MT) a stupňovaná představa pohybu (graded motor imagery, GMI), což je ucelený koncept využívající posuzování laterality, představu pohybu a zrcadlovou terapii v přesně daném pořadí se stoupající intenzitou tréninku a mírou „zátěže“. Výhodou všech uvedených technik je jejich relativní jednoduchost, cenová dostupnost a téměř žádné vedlejší účinky (Thieme et al. 2016, s. 168). Délka tréninkové lekce je individuální, avšak bylo zjištěno, že po 60 opakováních imaginárního pohybu klesá koncentrace pacienta a po 100 opakováních přichází mentální únava. Zajímavé je, že pozitivní vliv na účinky MI má spánek, ať už krátký denní, nebo dlouhý noční (Ruffino, Papaxanthis, Lebon 2017, s. 65).

Sledování pohybu – action observation

Jde o vizuální percepci pohybu jiné osoby, naživo nebo na videu či ve virtuální realitě. O použití této metody pro tlumení bolesti existuje velmi málo evidence, která navíc efekt sledování pohybu u chronické bolesti příliš nepotvrdila. Ovšem ukázalo se (Thieme et al., 2016), že může být velmi efektivní při redukci akutní bolesti po náhradě kolenního kloubu. Dále má pozitivní efekt na motorické provádění pohybů u pacientů po mozkové mrtvici, parkinsoniků a ortopedických pacientů (Thieme et al., 2016, s. 168-177).

Představa pohybu – motor imagery

Vliv samotné MI na chronickou bolest je trochu sporný. Ze systematických review Thieme et al. (2016) a Bowering et al. (2014) vychází, že podle většiny studií samotná MI na tlumení bolesti pozitivní efekt nemá, ba naopak může bolest zhoršovat. Vystává tedy otázka, zda např. u GMI (viz níže) není zbytečnou součástí, ale zdá se, že všechny komponenty jsou důležitou součástí léčby, ačkoliv tato teze nebyla ještě definitivně potvrzena. Při porovnávání MI a dalších léčebných technik, které využívají mentální představy (MT, MT se zakrytým zrcadlem, GMI) vychází MI vždy hůře (Bowering et al., 2014, s. 9-11). Jiné studie ale naproti tomu dokládají vliv na akutní nepatologickou bolest po traumatu nebo operaci (Thieme et al., 2016, s. 177). Podle studie de Souza, Martin, Bastos (2015) má MI značný vliv na KRBS I (bez neurologického defektu) po zlomeninách ruky (zvýšení funkčnosti, snížení bolesti), avšak pacienti s chronickým KRBS nebo pacienti po úrazu míchy nemohou z této techniky

těžít (de Souza, Martin, Bastos, 2015, s. 59). MacIver et al. (2008) hledal vztah mezi kortikální reorganizací a úlevou od bolesti po amputaci a došel k závěru, že 9 ze 13 pacientů na konci terapie MI dosáhlo úlevy o víc než 50 %. Podle jeho studie nelze prokázat kauzální vztah mezi reorganizací a snížením bolesti, ale redukce reorganizace po tréninku probíhala současně s klesáním úrovně trvalé bolesti. Soudí, že pravidelný trénink MI vede k redukci bolesti, která souvisí se snížením kortikální reorganizace (MacIver et al., 2008, s. 2184, 2190). Nicméně všechna dostupná literatura poukazuje na výzkumy pracující pouze s malými vzorky, proto je zde prostor pro další bádání.

Zrcadlová terapie – mirror therapy

Zrcadlová terapie (MT) se v podstatě skládá z představy a observace pohybu. Pacient sleduje pohyb své zdravé končetiny v zrcadle nastaveném tak, aby výsledný obraz vypadal jako postižená končetina, což vyvolává pocit bezbolestného pohybu. Prvně byla MT vytvořena pro fantomovou bolest, později se začala užívat též pro další chronické bolesti, jako KRBS a neuropatická končetinová bolest. MT by měla probíhat v klidném tichém prostředí a pacient by měl být dobře informován (Barbin et al., 2016, s. 270). Studie (Chan et al. 2007), která porovnávala efekt denního tréninku MT oproti terapii se zakrytým zrcadlem (covered-mirror therapy, CMT) a oproti terapii pomocí představy pohybu (MI) u pacientů po amputaci, prezentuje snížení bolesti po 4 týdnech u 100 % pacientů léčených pomocí MT (CMT 17 %, MI 33 %) (Chan et al., 2007, s. 2206-2207). Yildirim (2016) ve své studii zmiňuje řadu dalších studií, které dokládají pozitivní vliv MT při léčbě fantomových bolestí, a přidává poznatek, že kosmetická protéza může snížit vliv MT, avšak myoelektrická protéza může účinky zvyšovat (Yildirim, 2016, s. 132-133). Nicméně stejně jako u MI chybí literatura s dostatečným množstvím probandů na to, aby bylo jednoznačně možné hodnotit efektivitu, nebo určit zrcadlovou terapii jako metodu volby u některých diagnóz (Barbin et al., 2016, s. 273-4).

Stupňovaná představa pohybu – graded motor imagery

Stupňovaná představa pohybu (GMI) v podstatě slučuje předchozí techniky a je založena na principu postupu od jednoduššího ke složitějšímu. Trénink se skládá ze tří fází – určování laterality, představa pohybu a nakonec terapie v zrcadlovém boxu. V první fázi pacient určuje, která ruka je na předloženém obrázku (Obrázek 5, str. 29).



Obrázek 5: Příklad obrázků pozic ruky pro trénink laterality. (Priganc, 2011, s.166)

Měří se čas a správnost. U pacientů s chronickou bolestí je rozpoznání značně zpomaleno oproti zdravé populaci. Snaha je zrychlit čas, zvýšit správnost a to se stále těžšími pozicemi rukou. První fáze je založena na předpokladu, že rozpoznání levé a pravé ruky stojí na neporušeném body schematu, aktivuje premotorickou kůru a pracuje s oběma hemisférami. K další fázi se přechází, je-li tato zvládnuta bez bolesti, v dobrém čase a správně. Je kontraproduktivní trénovat kůru, když nefunguje rozpoznávání lateralit. Druhou fází je představa pohybu. Pacient si představuje různé pohyby ruky, pokud možno bezbolestně (lze při vytrvalém a postupném tréninku). Díky zmíněným zrcadlovým neuronům se při této fázi aktivují stejná centra jako při reálném vykonávání pohybu. Poslední fází je zrcadlová zpětná vazba. Pacient má ruku v zrcadlovém boxu (obrázek 6, str. 30) tak, aby to vypadalo, že odrážející se ruka navazuje na postiženou, a sleduje pohyby zdravé ruky odrážející se v zrcadle. Cílem je opět zvládnout pohyb bezbolestně, následně pacient ve stejné pozici skutečně provádí pohyb. Zde je využito silné pozitivní zpětné vazby – mozek vyhodnotí situaci tak, že pohyb je proveden bezbolestně, tedy v normálním pohybovém vzorci. To může vést ke změnám na mozkové kůře. Důležitý je také kladný vliv na pacientův psychický stav a emoce (Priganc, Stralka, 2011, s. 165-166).



Obrázek 6: Ukázka zrcadlového boxu (Priganc, 2011, s.166)

GMI se zdá být společně s MT neúčinnější z mentálních technik pro léčbu chronické bolesti jak podle studie Bowering et al. (2014), tak podle studie Thieme et al. (2016). Shodují se, že všechny komponenty a jejich pořadí jsou důležitým prvkem GMI a že tato technika je účinná při léčbě KRBS, fantomové bolesti. Bowering et al. přidává chronickou bolest zad (Bowerinig et al., 2014, s. 9-11, Thieme et al., 2016, s. 167-177). Walz et al. (2013) ve své případové studii poukazuje na redukci bolesti o 50 % ještě 6 měsíců po terapii GMI a dokládá to zapojením výše popsaných korových struktur během terapie (Walz et al., 2013, s. 3-4).

3.3 Limity terapie představou pohybu

Batsford, Ryan, Martin (2017) tvrdí, že u tohoto druhu terapie nebyly téměř negativní účinky prokázány, avšak v jejich práci je zmíněno, že studie se nežádoucími účinky zabývají málo nebo vůbec. Dále poukazují na nedostatek hodnotných studií a příliš malé vzorky testovaných osob (Batsford, Ryan, Martin, 2017, s. 9-11). Studie Barbin et al. (2016), která se však zabývá pouze zrcadlovou terapií u amputovaných pacientů, uvádí jako možné vedlejší účinky tzv. fenomén teleskopického zkreslení (pacient má pocit, že fantomové končetina se vzdaluje od pahýlu, nebo naopak se do něj zasouvá), může se objevit i depresivní syndrom, ale nejčastěji dochází k vzrůstu bolestivosti fantomové končetiny (Barbin et al., 2016, s. 271-273). Pacienti s chronickou bolestí horní končetiny (např. KRBS, syndrom zmrzlého ramene) mohou vnímat bolest už v momentě, kdy na pohyb myslí (Moseley et al., 2008b, s. 623), nebo jej sledují (Sawyer et al., 2018, s. 6). Zdá se, že pacienti s vyšší živostí představy mají větší potenciál k zvýšení bolesti při MI, tento jev má totiž spíše kortikální původ, než že by šlo o dráždění nociceptorů na periférii. Se zvětšováním bolesti při pohybu či MI souvisí také strach z pohybu. (Moseley et al., 2008b, s. 627-628). Kontraindikace mentálních technik jsou v literatuře zmiňovány ještě méně než nežádoucí účinky. Mohou sem patřit neurologické nebo

psychologické komorbidity, po amputaci bolest zachované kontralaterální končetiny nebo u MT stranové rozdíly činící vizuální zpětnou vazbu nemožnou. (Barbin et al., 2016, s. 271-273).

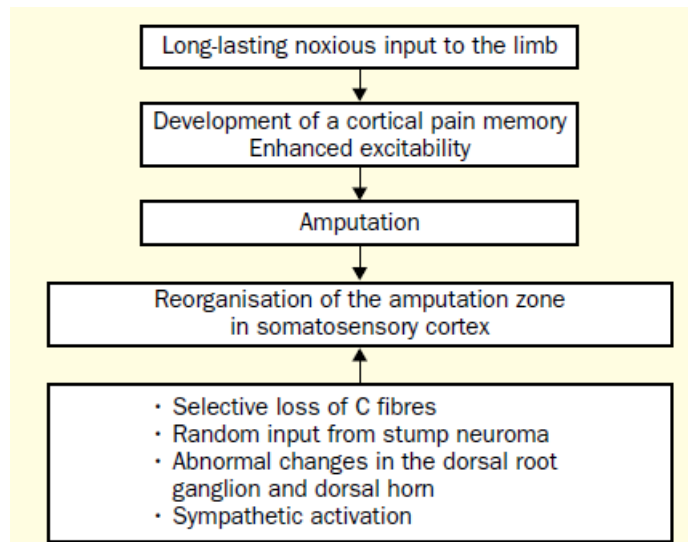
4. Využití představy pohybu u konkrétních klinických bolestivých stavů

Jak již bylo naznačeno výše, chronické bolestivé stavy se pojí s kortikální reorganizací. Ta má lehce odlišné parametry dle jednotlivých stavů. U komplexního regionálního bolestivého syndromu, fantomové bolesti a dalších neuropatických syndromů se míra reorganizace pojí s velikostí bolesti, zatímco u chronické bolesti zad roste míra reorganizace společně s narůstající chronicitou (Moseley, Flor, 2012, s. 646). Kromě reorganizace jsou bolestivé stavy spojeny s porušením tělesného obrazu (body image), což je vědomý pocit vlastního těla nebo jinak sebeuvědomění (Moseley, 2008a, s. 239). Dle studie, kterou provedl Moseley (2008a) pacienti s fantomovou bolestí a komplexním regionálním bolestivým syndromem vnímají končetinu větší, než je ve skutečnosti, nebo větší, než by být měla v případě amputace. Pacienti s chronickou bolestí zad mají pocit, že na svých zádech nemohou určit přesné místo při taktilní stimulaci. Rozdíl mezi změnami by bylo možné vysvětlit tím, že u amputace nebo komplexního regionálního bolestivého syndromu dochází ke zmenšení korové oblasti pro končetinu, zatímco u chronické bolesti zad se oblast zvětšuje (Moseley, 2008a, s. 242). Vzhledem k tomu, že všechny chronické bolestivé stavy nejsou pouze záležitostí periferie, ale účastní se jich i centrální nervový systém, nabízí se myšlenka cílit terapii směrem k centru. Moseley a Flor (2012) navrhují tři postupy: kognitivně behaviorální přístupy, strategie určené k normalizaci senzorických reprezentací a strategie určené k normalizaci motorických reprezentací, a právě do poslední kategorie spadají i mentální techniky, jako GMI a MT (Moseley, Flor, 2012, s. 648-649). U bolestivých stavů může být schopnost MI zhoršená, což ale nic nemění na faktu, že se předpokládá kladný vliv terapie zaměřené na zlepšení vnímání tělesného obrazu (např. GMI), na bolest a disabilitu (Breckenridge et al., 2019, s. 120). Roste počet studií, které přináší výsledky, že mentální techniky jsou při léčbě chronické bolesti účinným nástrojem (Moseley, Flor, 2012, s. 650; Priganc, Stralka, 2011; s. 168, Bowering et al., 2014, s. 3). Nejvíce prací se zabývá vlivem MI na pacienty s fantomovou bolestí, dále na pacienty s KRBS, u ostatních chronických bolestivých stavů je literatura zatím značně omezená.

4.1 Fantomová bolest

Fantomová bolest je běžný následek amputace a postihuje až 80 % pacientů s amputovanou končetinou (Flor, 2002, s. 182; Saruco et al., 2017, s. 3; Batsford, Ryan, Martin, 2017, s. 3, Anderson-Barnes et al., 2009, s. 555). Většina pacientů (až 98 %) zažívá

pocit, jako by amputovaná končetina byla stále přítomná. Tento jev se nazývá fantomová končetina, nebo fantomový pocit. Někteří popisují, že mohou svou fantomovou končetinu vůlí ovládat, jiní popisují tzv. zmrzlou končetinu, kdy fantom zůstává strnulý v určité poloze (Anderson-Barnes et al., 2009, s. 555). Fantomová bolest je pak pocit bolesti v končetině, která již není součástí těla. Objevuje se u 50-80 % pacientů po amputaci (Flor, 2002, s. 182). Popisuje se jako bodavá, tepající, pálivá, svíravá (Saruco et al., 2017, s. 3), brnící, vyvolávající křeč, svědění, vystřelování bolesti, nebo zkrut fantomové končetiny (Anderson-Barnes et al., 2009, s. 555). Zdá se, že bolest je intenzivnější v distálních částech fantomu a mívá různé kvality (bodavá, pálivá a další). Může být spojena s určitou pozicí, nebo naopak pohybem a vyvolat nebo zhoršit ji může řada fyzikálních faktorů (např. změna počasí, tlak na residuální končetinu) a psychologických podnětů (např. emoční stres). Spolu s fantomovou bolestí se často objevuje pahýlová bolest, spolu se prolínají a mohou být zaměněny (Flor, 2002, s. 182). Ve většině případů se fantomové pocity objeví brzy po probuzení z anestezie, ale nemusí se objevit dny, ani týdny po operaci (Anderson-Barnes et al., 2009, s. 555). Obvykle se ale projeví do 6 měsíců a mohou pak trvat mnoho let (Barbin et al., 2016, s. 270). Fantomová bolest se s větší pravděpodobností projeví u pacienta, který trpěl bolestmi již před operací, pak jsou bolesti po operaci velmi podobné těm předešlým (Flor, 2002, s. 182). Zde se nabízí otázka, zda se liší prevalence nebo vnímání bolesti u traumatických a vaskulárních amputací, nicméně literatura, která by se tímto rozdílem zabývala, v podstatě neexistuje (Anderson-Barnes et al., 2009, s. 557). Bylo pouze zjištěno, že chronická bolest po amputaci značně souvisí s mírou bolesti týden před amputací, ale i s předchozí chronickou bolestí během života, dále s mírou úzkosti a deprese týden před operací, a závisí také na míře bolesti pahýlu v prvním týdnu po amputaci (Larbig et al., 2018, in press).



Obrázek 7: Schématický diagram zobrazující hlavní faktory účastnící se na vzniku FB (Flor 2002, s. 186).

Teorií vysvětlujících příčinu vzniku fantomových bolestí je celá řada (Obrázek 7). Dle Herty Flor (2002) je běžně klasifikována jako neuropatická bolest, kterou může způsobit léze periferního nervu. Fantomovou bolest mohou dle této studie způsobit i míšní mechanismy: zvýšená aktivita periferních nociceptorů vede k permanentní změně synaptických struktur v zadním rohu míšním – tento proces nazývá jako centrální senzitivace. Ta pak vede mimo jiné k zvýšené excitabilitě neuronů zadních rohů míšních a redukci inhibičních procesů (Flor, 2002, s. 182-183). Podle několika autorů (Flor 2002, Angarita et al. 2014) přispívá ke vzniku fantomové bolesti také tzv. neuroma. To je zvětšené a neorganizované zakončení C-vláken a A-vláken, která vykazují aktivitu spontánně nebo při dráždění pahýlu. Nicméně samotné periferní faktory nemohou způsobit fantomovou bolest. Ta je totiž přítomná, i když v reziduální končetině není žádná patologie. Předpokládá se, že fantomová bolest je především spojena s poškozením centrálních neuronů a kortikální reorganizací. Psychologické faktory pravděpodobně fantomovou bolest nezpůsobují, ale mohou ji spouštět, nebo zhoršovat. Sem patří stres nebo neschopnost se vyrovnat se ztrátou končetiny (Flor, 2002, s. 184-186). Přídavnou teorií, kterou publikovala Anderson-Barnes et al. (2009) a která vysvětluje vznik fantomu jako takového, je tzv. proprioceptivní paměť. Ta spočívá v tom, že informace z proprioceptorů se uloží do mozku a následně přežívá „ve fantomu“, což může trvat mnoho let. Proprioceptivní paměti je využíváno např. při učení nových dovedností: s opakováním se impulzy uchovávané v krátkodobé paměti ukládají do paměti dlouhodobé (dostanou se do tzv. proprioceptivní banky), a činnost se tak přesouvá z oblasti vědomé kontroly spíše do podvědomí. V okamžiku amputace dochází k rychlému přísunu informací z proprioceptorů do centra, kde se uloží rovnou do dlouhodobé paměti, takže pacient vnímá

končetinu stále, přestože už není součástí jeho těla. Potom nastává nesoulad mezi vizuální (exteroceptivní) a proprioceptivní (interoceptivní) zpětnou vazbou, jehož následkem může být fantomová bolest. Myšlenku proprioceptivní paměti podporuje dlouhodobá studie, která prokázala, že 8 dní po amputaci se u $\frac{3}{4}$ pacientů objevuje bolest ve stejném místě jako před amputací. 2 roky po amputaci se tatáž lokalizace bolesti objevuje u téměř $\frac{1}{2}$ pacientů. Tato teorie by také objasňovala příznivý efekt zrcadlové terapie u pacientů s fantomovou bolestí (Anderson-Barnes et al., 2009, s. 556-557).

4.1.1 Kortikální změny po amputaci

Jak již bylo naznačeno výše, amputace je stav, který indukuje reorganizační změny mozkové kůry. Somatosenzitivní a motorická kůra amputované části je deaferentována, a tak dochází k expanzi kortikalizace sousední části těla přes deaferentovanou oblast – tzv. maladaptivní neuroplasticita (Saruco et al., 2017, s. 3). Po amputaci horní končetiny byl prokázán přesun z arey pro rty do arey původně určené pro horní končetinu (po amputaci je tato oblast deaferentována, může tudíž být „osídlena“ podněty z oblasti rtů). Dotyk obličeje po amputaci tak může vyvolat vjem citu ve fantomu. Také bylo u pacientů s fantomovou bolestí prokázáno vyšší zapojení oblastí obličeje při špulení rtů než u amputovaných pacientů bez fantomové bolesti nebo u zdravých jedinců (MacIver et al., 2008, s. 2811-2812). Funkční snímání nervové tkáně ukázalo, že rozsah postamputačních maladaptivních změn může být dán velikostí bolesti (Barbin et al., 2016, s. 271). Existují záznamy o utlumení fantomové bolesti odstraněním části S1 stejně jako záznamy o tom, že stimulace senzoričké kortexu provokuje fantomovou bolest (Flor, 2002, s. 186). Terapie fantomové bolesti by tak měla být zaměřená na odstranění nebo předcházení reorganizačních změn.

4.1.2 Vliv MI na fantomovou bolest

Fantomová bolest se léčí především konzervativně, operační léčba se téměř nevyužívá, neboť je drahá a neefektivní. Konzervativní léčba zahrnuje farmakologickou a nefarmakologickou terapii (Batsford, Ryan, Martin 2017, s. 3). Mezi nefarmakologickou léčbu řadíme MI (včetně observace pohybu) a MT, transkutánní elektrickou nervovou stimulaci (TENS), transkraniální magnetickou stimulaci (TMS), stimulaci páteřní míchy, protézy, hypnózu, akupunkturu (Barbin et al., 2016, s. 270), biofeedback (Flor, 2002, s. 187). Při farmakologické terapii (morfin) však dochází k častým vedlejším účinkům, jako je únava, závrať, pocení, zácpa, problémy s mikcí, nauzea, vertigo, svědění, zkrácení dechu (Huse et al., 2001, s. 51-52).

MI a MT staví na principu ovlivnění reorganizace. Podle studie MacIver et al. (2008) došlo po tréninku MI u pacientů s amputací horní končetiny k úpravě kortikálních map. Oblast pro obličej expandovala do deaferentované oblasti pro horní končetinu, ale po 6týdenním tréninku MI nově nabytá kortikalizace ustupuje společně s pocitem fantomové bolesti (MacIver et al., 2008, s. 2187-2190). Po amputaci je schopnost MI pozměněná a její provedení je pro pacienta náročnější, ale může se s průběhem terapie upravovat a pravděpodobně se bude zlepšovat (Saruco et al., 2017, s. 3-5). Nicméně představa pohybu jako taková nepřinesla zcela uspokojivé výsledky. Chan et al. ve své studii (2007), která porovnávala MT a MI, prokázala, že po 4 týdnech léčby došlo ke zmírnění fantomové bolesti u 100 % pacientů léčených MT, kdežto pacienti, kteří podstoupili MI, udávali zlepšení jen ve 33 % a 67 % pacientů dokonce pocítilo zhoršení bolesti (Chan et al., 2007, s. 2206). Systematická review, kterou provedli Batsford, Ryan a Martin v roce 2017 a která se zabývá nefarmakologickou léčbou fantomové bolesti, porovnává tyto techniky: představa pohybu (MI), zrcadlová terapie (single session mirror-therapy), hypnóza a další. Dle nich z těchto metod nejlépe vyšla hypnóza pro krátkodobou terapii a MI pro střednědobou terapii. Výsledky po jednom sezení zrcadlové terapie (nikoliv jako součásti MI, ale jako samostatné disciplíny) vykazovaly větší zlepšení u kontrolní skupiny než u pacientů se zrcadlovou terapií (Batsford, Ryan, Martin, 2017, s. 9-11).

4.2 Komplexní regionální bolestivý syndrom

Komplexní regionální bolestivý syndrom (KRBS, complex regional pain syndrom), jinak označován jako Sudeckův syndrom, kauzalgie nebo algodystrofie, se objevuje po menších úrazech, zlomeninách, nebo po operacích, imobilizaci, výjimečně se může objevit spontánně (GalveVilla et al., 2016, s. 223-224). Klinický obraz zahrnuje charakteristickou triádu symptomů: autonomní poruchy (změny barvy a teploty kůže, změny v pocení), sensorické poruchy (bolest a hyperalgezie) a motorické poruchy (parézy, tremor, dystonie). Diagnóza se zakládá na klinických znacích a pro její určení se používá tzv. Budapešťské kritérium. To definuje syndrom jako takový a skládá se ze čtyř bodů, ve kterých jsou hodnoceny příznaky a symptomy, a aby bylo možno klasifikovat syndrom jako KRBS, musí splňovat minimálně přesně definovanou část podmínek (Maihöfner, Seifert, Markovic, 2010, s. 649). Klinické znaky se ovšem mění podle stadia onemocnění. V akutním stadiu bývá končetina extrémně bolestivá, zarudlá, teplá (méně často naopak chladná), oteklá. Nehty a chlupy mohou růst rychleji, svaly mohou ochabnout. Objevuje se allodynies či hyperalgezie. Po měsících přetrvávání porucha chronifikuje, bolest se může šířit proximálně, teplá

končetina se mění na chladnou, barva je lividní. Může se objevit dystonie, myoklonus či tremor. S aktivitou končetiny se příznaky zhoršují (Marinus et al., 2011, s. 637). Rozlišují se 2 typy KRBS: typ 2, kdy je zaznamenán i neurologický deficit, a typ 1, kdy neurologický deficit není. Přestože výše zmíněné klinické projevy jsou do značné míry individuální a etiologie není ještě přesně známa, literatura se shoduje na 3 prolínajících se příčinách – zvětšená zánětlivá odpověď, vazomotorická dysfunkce a maladaptivní změny v neuroplasticitě (de Souza, Martins, Bastos, 2015, s. 58). Množství pacientů s KRBS nelze jednoznačně stanovit (i proto, že tento syndrom lze diagnostikovat pouze na základě klinických příznaků). Uvádí se 5,5 případu / 100 000 obyvatel / rok v USA, a zároveň 26,2 případu / 100 000 obyvatel / rok v Nizozemí (Marinus et al., 2011, s. 638). De Souza, Martin, Bastos (2015) píší, že KRBS postihuje 1-5 % pacientů po úraze. Literatura se nicméně shoduje na faktu, že s věkem stoupá počet případů s maximem v 5.–7. dekádě, dále že postihuje 3–4x častěji ženy než muže a že vzniká častěji na horní končetině (Maihöfner, Seifert, Markovic, 2010, s. 650; de Souza, Martins, Bastos, 2015, s. 58; GalveVilla et al., 2016, s. 223).

Léčba KRBS je komplikovaná, neboť se jedná o komplexní problém s různou klinickou manifestací, jehož etiologie není ještě zcela známá. Je nutné nastavit individuální terapii a multidisciplinární přístup. Dle studie z roku 2018 (Zyluk a Puchalski) existuje předpoklad, že včasná terapie může zabránit progresi do chronického stadia (Zyluk a Puchalski, 2018, in press). V současné době se stále hledají postupy v léčbě KRBS, kam patří řada farmak, fyzioterapie (včetně mentálních technik), dále též např. stimulace míchy a v těžkých případech pak může být indikována amputace (Zyluk a Puchalski, 2018, in press).

4.2.1 Vliv MI na KRBS

Vzhledem k chronické povaze bolesti u KRBS se předpokládá, že postupně dochází k maladaptivní reorganizaci mozkové kůry. Ta je obdobná jako u pacientů s fantomovou bolestí (de Souza, Martin, Bastos, 2015, s. 58), centrální postižení může vysvětlovat rukavicový/punčochový typ lokalizace potíží (GalveVilla et al., 2016, s. 224). Byla zkoumána (Maihöfner, Seifert, Markovic 2010) aktivita kůry zodpovědné za zdravou a postiženou končetinu (vždy kontralaterálně). V kůře pro postiženou stranu došlo k zapojení afektivně motivačních okruhů (cingulum a frontální kůra) vážících se k bolesti, zatímco na zdravé straně ne. Area pro postiženou končetinu byla v somatosenzorické oblasti dramaticky zmenšená, přičemž s větší intenzitou bolesti stoupal i stupeň reorganizace. U pacientů s KRBS také dochází k signifikantní reorganizaci motorických okruhů, během ťukání prstů je aktivace M1, M2 a parietální korové oblasti zvýšená (Maihöfner, Seifert, Markovic, 2010,

s. 652-653). Výskyt abnormální plasticity u KRBS vedl k předpokladu, že ovlivněním stavu mozkové kůry by bylo možné snížit bolest. De Souza (2015) píše, že MI techniky mají významný vliv na snižování bolesti a zvyšování funkčnosti u KRBS 1. typu po frakturách ruky, a to až 6 měsíců po intervenci. Nicméně poukazuje i na fakt, že ne všichni pacienti mohou z MI profitovat. To je dáno pravděpodobně tím, jakou intenzitu představy je pacient schopen vyvolat (de Souza, Martin, Bastos, 2015, s. 59). Dle Zyluka a Puchalskiho (2018) mají mentální techniky (MT a GMI) pozitivní efekt při snižování bolesti a zvyšování funkčnosti až 6 měsíců po intervenci, avšak pouze u nekomplikovaných zlomenin distálního radia v časně fázi KRBS (Zyluk a Puchalski, 2018, in press). Dle Maihöfner, Seifert, Markovic (2010) je MT velice účinná v akutních stádiích, GMI pak ve stádiích chronických (Maihöfner, Seifert, Markovic, 2010, s. 655). Obecně literatura pokládá využití mentálních technik při terapii KRBS za přínosné.

4.3 Low back pain

Bolest zad v bederní oblasti, neboli low back pain (LBP) zahrnuje 3 druhy bolesti: axiální lumbosakrální (bolest beder v rozsahu od 1. bederního obratle po sakrokokcygeální junkci), radikulární (bolest v dermatomu příslušného nervu) a přenesenou (šíří se od místa vzniku, ale jiným směrem, než jaký je dermatom). LBP může mít řadu příčin, např. diskogenní, která je daná poruchami intervertebrálního disku. Tupá a hluboká bolest se projikuje do střední oblasti beder většinou bez radiace, zhoršuje ji sezení, řízení, ohýbání, rotace, kašel či Valsalvův manévr. Jinou příčinou je stenóza páteřního kanálu, pak bolest vystřeluje do hýždí a dolní končetiny, objevuje se únava nebo neurogenní klaudikace (Urits et al., 2019, s. 1-5). Ještě jinak vzniká myofasciální LBP - zejména po traumatech či častým opakováním určitého pohybu. Zde můžeme najít tzv. trigger pointy v bolavých svalech, šlachách i fasciích, bolest dominuje v paraspinální oblasti a vystřeluje až do hýždí a dolních končetin (Urits et al., 2019, s. 1-5). Obecně patří LBP mezi stavy muskuloskeletální bolesti, kam řadíme dále též fibromyalgie nebo pozdní whiplash syndrom. Za chronický je tento stav považován tehdy, když jeho předchozí léčba byla neúspěšná (Wand et al., 2011, s. 15), nebo trvá-li bolest déle než 12 týdnů (Urits et al., 2019, s. 2).

4.3.1 Vliv MI na LBP

Protože u chronických bolestivých stavů obvykle dochází k určité reorganizaci mozkové kůry, předpokládá se tento jev i u LBP, přičemž neurozobrazovací metody odhalují v posledních letech četné strukturální a funkční změny u chronických muskuloskeletálních bolestivých stavů (Wand et al., 2011, s. 15). Dle studie Wand et al. (2011) se reorganizace

týká především dorzolaterálního prefrontálního kortexu, talamu a orbitofrontálního kortexu a s rostoucí intenzitou a trváním bolesti se data více odchyľují od normálu. Dále tato studie poukazuje na úbytek šedé hmoty při chronické LBP (dorzolaterální prefrontální kortex, pravý přední talamus, mozkový kmen, somatosenzorický kortex, postriorní parietální kortex) a na posun korové reprezentace zad v S1 (více mediálně a expanduje do oblasti pro dolní končetiny). Existuje předpoklad, že tento posun je spojen zejména s emočními vlivy (Wand et al., 2011, s. 16).

Vzhledem k faktu, že u chronické LBP dochází k změnám v CNS, je nutné tento stav řešit nikoliv pouze na lokální úrovni pomocí farmak (nesteroidní protizánětlivé léky, myorelaxancia) či rehabilitační a jiné léčby (Urits et al., 2019, s. 5), ale zaměřit se také na centrum, jež periferii řídí. Zde se nabízí terapie pomocí MI, avšak studií, které by se tímto tématem zabývaly, je velice málo. Daffada et al. (2015) předestírá potenciál intervencí, které se soustředí na kortikální remapping, při řešení LBP. Mají totiž vliv na M1 a mohou facilitovat korekci patologických kortikálních map do normy (Daffada et al., 2015, s. 32). Při řešení LBP se osvědčila multimodální léčba, skládající se z GMI, tréninku senzomotorické diskriminace, cvičení motorické kontroly, MT. Došlo ke zmírnění intenzity bolesti a disability a výsledky přetrvaly i 20 týdnů po ukončení léčby. Dobře funguje už jen zrcadlo poskytující vizuální zpětnou vazbu během opakovaných pohybů bederní páteře, efekt zkrácení doby a snížení intenzity bolesti se dostavuje ihned po terapii (Daffada et al., 2015, s. 28-30).

Existuje předpoklad, že schopnost MI (konkrétně přesnosti pohybu) je při LBP zhoršená. Tomu se věnovala Bowering et al. (2014) u pacientů s právě probíhající nebo již pominulou LBP a došla k závěru, že už po první atace LBP je schopnost MI pravděpodobně navždy zhoršená, protože epizoda může nechat kortikální mapy náchylné ke změnám do doby, než se objeví další ataka (Bowering et al., 2014, s. 1073-1074). Zhoršení MI je patrné i u pacientů s jiným druhem chronické bolesti, avšak týká se spíše zpomalení představy oproti reálnému provedení. Zde se objevuje rozdíl mezi zády a končetinami – mají odlišnou funkci, a tedy i korovou reprezentaci. Terapie KRBS a fantomové bolesti se soustředí na unilaterální končetinu, navíc na ruce a nohy se během dne často díváme, máme tedy další (vizuální) input, který může pomoci v reorganizaci nebo zachování původního stavu kůry (Bowering et al., 2014, s. 1073-1074, Wand et al., 2011, s. 18). Pro potvrzení nebo vyvrácení účinnosti mentálních technik na LBP chybí dostatek literatury.

4.4 Bolestivé rameno

Předpokládá se, že léčba pomocí MI by mohla být účinná i u chronických bolestivých stavů postihujících rameno, kam spadá např. impingement syndrom nebo syndrom zmrzlého ramene (Sawyer et al., 2018, Louw et al., 2017). Terapie bolesti je u těchto stavů úzce spjatá se zvětšováním rozsahu pohybu (Louw et al., 2017, s. 11). Tyto stavy se často pojí se strachem z pohybu (kineziofobie) a ztuhlostí, která pohybu brání. Sawyer et al. (2018) popisuje u syndromu zmrzlého ramene 4 stadia, od ostré bolesti při aktivním pohybu přes ztuhlost a stálou bolest až po bezbolestný, ale ztuhlý stav i 24 měsíců po prvních projevech. (Sawyer et al., 2018, s. 3). Dále poukazuje na fakt, že se u tohoto syndromu objevuje tzv. centrální senzitivizace, kdy se mění zpracovávání senzoričkových informací (příčinou je blokáda sestupných inhibičních cest) a zvyšují se nociceptivní signální mechanismy. Výsledkem je, že nebolestivé (např. taktilní) stimuly mohou být interpretovány jako bolestivé (Sawyer et al., 2018, s. 4). S výhodou lze tedy MI využít jako tzv. „hands-off“ přístup (Louw et al., 2017, s. 11). Přesto o této terapii zatím neexistuje žádný rozsáhlejší výzkum, spíš jen případové studie.

Sawyer et al. (2018) popisuje případ pacientky se syndromem zmrzlého ramene, která pociťovala jako bolestivý i pohled na jiné osoby pohybující ramenem a odmítala dotyk na rameno. V kombinaci s tréninkem taktilní diskriminace, GMI a následně i manuální terapie bylo dosaženo pozitivního efektu jak při snížení bolesti, tak v rozsahu aktivního i pasivního pohybu, a to i 13 měsíců (poslední kontrola) po ukončení léčby (Sawyer et al., 2018, s. 6-14). Zangrando et al. (2014) zaznamenal případ pacientky s impingement syndromem, která prodělala trénink MI a dosáhla významné úlevy od bolesti ihned po ukončení léčby, s efektem i 3 měsíce poté. Nutným předpokladem úspěchu je dle autora správná technika představy (Zangrando et al., 2014, s. 70-71). Další studie, které se zabývají vlivem mentálních technik na chronické bolestivé stavy ramene (Louw et al. 2017, Hoyek et al. 2013), poukazují na fakt, že MI nemůže být jediná terapeutická intervence. Vhodné je zařadit MI do procesu běžné rehabilitace, spolu s tréninkem taktilní diskriminace, tréninkem laterality, MT, manuální terapií. MI je možné také využít jako pre-rehabilitaci u pacientů s obavou z pohybu. Pohyb se ukazuje jako nutná součást terapie pacientů s bolestivým ramenem, ale lze jej nahradit pohybem mentálním (Louw et al., 2017, s. 10-11; Hoyek et al., 2013, s. 4). Ačkoliv MI může provokovat bolest (Moseley et al., 2008b), dostupná literatura se shoduje na tom, že využití mentálních technik u pacientů s chronickou bolestí ramene přináší pozitivní efekt jak při tlumení bolesti (Zangrando et al., 2014, s. 70-71; Sawyer et al., 2018, s. 14), tak při

zvětšování rozsahu pohybu (Louw et al., 2017, s. 11), nebo dokonce i zvětšování svalové síly (Hoyek et al., 2013, s. 6).

Závěr

Chronická bolest je stav, který výrazně ovlivňuje kvalitu života člověka. Ukazuje se, že je tzv. top-down fenoménem, tedy že se týká nejen periferních struktur, ale rovněž centrálního nervového systému. Při chronické bolesti dochází ke změnám tzv. kortikálních map, oblasti bolestivých částí těla se mohou přesouvat, zmenšovat nebo zvětšovat oproti normálnímu stavu. To proto, že se do centra dostává chybná informace z periferie ovlivněná nedostatkem pohybu, nebo jeho patologickým provedením. Tuto změnu se můžeme pokusit ovlivnit pomocí reorganizace příslušných senzomotorických korových oblastí. K tomu může sloužit opakování určitého pohybu, a to i v představě, neboť představa pohybu aktivuje obdobná centra neuromuskulárního systému jako reálný pohyb. Jestliže tedy dokážeme ovlivnit kortikální mapy (tzv. korová reorganizace) pohybem a současně jestli představa pohybu aktivuje obdobná mozková centra jako reálný pohyb, pak by se po tréninku představy pohybu měla reorganizace dostavit.

Představa pohybu (motor imagery) patří do souboru mentálních technik, kam řadíme i pozorování pohybu (action observation), zrcadlovou terapii (mirror therapy) a stupňovanou představu pohybu (graded motor imagery). Byl prokázán vliv těchto mentálních technik na některé druhy chronické bolesti.

Řada studií se věnuje problematice fantomových bolestí po amputaci. Zde byl prokázán účinek představy pohybu především na korovou reorganizaci, kdy po amputaci došlo k posunu arey rtů do deaferentované arey pro horní končetinu a po terapii pomocí představy pohybu se kortikální mapy vrátily do normálu. Jako velmi účinný prostředek tlumení bolesti se ukazuje zrcadlová terapie.

S obdobnými výsledky se lze setkat u terapie komplexního regionálního bolestivého syndromu. Zde se využívá především stupňované i nestupňované představy pohybu, přičemž obě vedou ke zmírnění bolesti a zlepšení funkce končetiny. Ukázalo se však, že efektní je léčba pouze u syndromu typu I, tedy bez neurologického defektu.

Poměrně nově pak byla představa pohybu využita ke snižování bolesti dolních zad (low back pain) a u syndromů bolestivých ramen. U low back pain se jako efektivní ukazuje modifikovaná zrcadlová terapie, u bolestivých ramen pak představa pohybu. V těchto případech se však lze setkat zatím spíše s kazuistikami než s rozsáhlými výzkumy.

Výhodou mentálních technik je jejich jednoduchost a cenová dostupnost, mohou však přinášet riziko především ve formě nárůstu bolesti, případně v rozvoji depresivního syndromu (např. žal nad ztrátou končetiny v momentě, kdy vidí „její odraz“ v zrcadle).

Dostupná evidence se zakládá na studiích s malým počtem probandů a občas dochází k nejednoznačným výsledkům, proto nelze definitivně tvrdit, že představa pohybu (nebo jiné mentální techniky) by měla být metodou volby u všech chronických bolestivých stavů. Další výzkum by se mohl věnovat porovnávání efektivity jednotlivých mentálních technik na konkrétní bolestivé stavy, nebo studiu nežádoucích účinků.

Referenční seznam

ALBE FESSARD, D. G. *Bolest: mechanismy a základní léčení*. Vyd. 1. české. Praha: Grada, 1998. ISBN 8071695882.

ANDERSON-BARNES, V. C., C. MCAULIFFE, K. M. SWANBERG a J. W. TSAO. Phantom limb pain – A phenomenon of proprioceptive memory?. *Medical Hypotheses* [online]. 2009, **73**(4), 555-558 [cit. 2019-02-26]. DOI: 10.1016/j.mehy.2009.05.038. ISSN 03069877.

ANGARITA, M. A. M., S. CARRILLO VILLA, O. F. GOMEZESE RIBERO R. G. GARCÍA a F. A. SILVA SIEGER. Pathophysiology and treatment of phantom limb pain. *Colombian Journal of Anesthesiology* [online]. 2014, **42**(1), 40-46 [cit. 2019-04-01]. DOI: 10.1016/j.rcae.2013.10.002. ISSN 22562087.

BARBIN, J., V. SEETHA, J. M. CASILLAS, J. PAYSANT a D. PÉRENNOU. The effects of mirror therapy on pain and motor control of phantom limb in amputees: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2016, **59**(4), 270-275 [cit. 2018-10-17]. DOI: 10.1016/j.rehab.2016.04.001. ISSN 18770657.

BATSFORD, S., C. G. RYAN a D. J. MARTIN. Non-pharmacological conservative therapy for phantom limb pain: A systematic review of randomized controlled trials. *Physiotherapy Theory and Practice* [online]. 2017, **33**(3), 173-183 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1080/09593985.2017.1288283. ISSN 0959-3985.

BITAR, N., S. MARCHAND a S. POTVIN. Pleasant Pain Relief and Inhibitory Conditioned Pain Modulation: A Psychophysical Study. *Pain Research and Management* [online]. 2018, **2018**, 1-8 [cit. 2018-11-10]. DOI: 10.1155/2018/1935056. ISSN 1203-6765.

BOWERING, K. J., D. S. BUTLER, I. J. FULTON a G. L. MOSELEY. Motor Imagery in People With a History of Back Pain, Current Back Pain, Both, or Neither. *The Clinical Journal of Pain* [online]. 2014, **30**(12), 1070-1075 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1097/AJP.0000000000000066. ISSN 0749-8047.

BRECKENRIDGE, J. D., K. A. GINN, S. B. WALLWORK a J. H. MCAULEY. Do People With Chronic Musculoskeletal Pain Have Impaired Motor Imagery? A Meta-analytical Systematic Review of the Left/Right Judgment Task. *The Journal of Pain* [online]. 2019, **20**(2), 119-132 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1016/j.jpain.2018.07.004. ISSN 15265900.

DAFFADA, P. J., N. WALSH, C. S. MCCABE a S. PALMER. The impact of cortical remapping interventions on pain and disability in chronic low back pain: A systematic review. *Physiotherapy* [online]. 2015, **101**(1), 25-33 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1016/j.physio.2014.07.002. ISSN 00319406.

DE SOUZA, N. S., A. C. G. MARTINS, V. H. DO VALE BASTOS, et al. Motor imagery and its effect on complex regional pain syndrome: an integrative review. *Neurology International*[online]. 2015, **7**(3), - [cit. 2018-05-11]. DOI: 0.4081/ni.2015.5962. ISSN 2035-8377.

FLOR, H.. Phantom-limb pain: characteristics, causes, and treatment. *The Lancet Neurology* [online]. 2002, **1**(3), 182-189 [cit. 2019-02-26]. DOI: 10.1016/S1474-4422(02)00074-1. ISSN 14744422.

GALVEVILLA, M., B. RITTIG-RASMUSSEN, L. MOELLER SCHEAR MIKKELSEN a A. GROENDAHL POULSEN. Complex regional pain syndrome. *Manual Therapy* [online]. 2016, **26**, 223-230 [cit. 2019-03-11]. DOI: 10.1016/j.math.2016.07.001. ISSN 1356689X.

GROSPRÊTRE, S., F. LEBON, C. PAPAXANTHIS a A. MARTIN. Spinal plasticity with motor imagery practice. *The Journal of Physiology* [online]. [cit. 2019-01-28]. DOI: 10.1113/JP276694. ISSN 00223751.

GUILLOT, A., C. COLLET, V. A. NGUYEN, F. MALOUIN, C. RICHARDS a J. DOYON. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: An fMRI study. *Human Brain Mapping* [online]. 2009, **30**(7), 2157-2172 [cit. 2019-01-21]. DOI: 10.1002/hbm.20658. ISSN 10659471.

GUSTIN, S. M., C. C. PECK, L. B. CHENEY, P. M. MACEY, G. M. MURRAY a L. A. HENDERSON. Pain and Plasticity: Is Chronic Pain Always Associated with Somatosensory Cortex Activity and Reorganization?. *Journal of Neuroscience* [online]. 2012, **32**(43), 14874-14884 [cit. 2018-11-16]. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1733-12.2012. ISSN 0270-6474.

HANAKAWA, T. Organizing motor imageries. *Neuroscience Research* [online]. 2016, **104**, 56-63 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1016/j.neures.2015.11.003. ISSN 01680102.

HANAKAWA, T., I. IMMISCH, K. TOMA, M. A. DIMYAN, P. VAN GELDEREN a M. HALLETT. Functional Properties of Brain Areas Associated With Motor Execution and Imagery. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2003, **89**(2), 989-1002 [cit. 2019-01-26]. DOI: 10.1152/jn.00132.2002. ISSN 0022-3077.

HEERKENS, R. J., A. JA KÖKE, F. J. B. LÖTTERS a R. JEM SMEETS. Motor imagery performance and tactile acuity in patients with complaints of arms, neck and shoulder. *Pain Management*[online]. 2018, **8**(4), 277-286 [cit. 2019-03-26]. DOI: 10.2217/pmt-2017-0070. ISSN 1758-1869.

HOYEK, N., F. DI RIENZO, C. COLLET, F. HOYEK a A. GUILLOT. The therapeutic role of motor imagery on the functional rehabilitation of a stage II shoulder impingement syndrome. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2013, **36**(13), 1113-1119 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.3109/09638288.2013.833309. ISSN 0963-8288.

HUSE, E., W. LARBIG, H. FLOR a N. BIRBAUMER. The effect of opioids on phantom limb pain and cortical reorganization. *Pain* [online]. 2001, **90**(1), 47-55 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1016/S0304-3959(00)00385-7. ISSN 0304-3959.

CHAN, B. L., R. WITT, A. P. CHARROW, A. MAGEE, R. HOWARD, P. F. PASQUINA, K. M. HEILMAN a J. W. TSAO. Mirror Therapy for Phantom Limb Pain. *New England Journal of Medicine* [online]. 2007, **357**(21), 2206-2207 [cit. 2019-02-26]. DOI: 10.1056/NEJMc071927. ISSN 0028-4793.

JACKSON, P. L., M. F. LAFLEUR, F. MALOUIN, C. L. RICHARDS a J. DOYON. Functional cerebral reorganization following motor sequence learning through mental practice with motor imagery. *NeuroImage* [online]. 2003, **20**(2), 1171-1180 [cit. 2019-01-25]. DOI: 10.1016/S1053-8119(03)00369-0. ISSN 10538119.

JANKOWSKI, M. P., J. J. LAWSON, S. L. MCILWRATH, K. K. RAU, C. E. ANDERSON, K. M. ALBERS a H. R. KOERBER. Sensitization of Cutaneous Nociceptors after Nerve Transection and Regeneration: Possible Role of Target-Derived Neurotrophic Factor Signaling. *Journal of Neuroscience* [online]. 2009, **29**(6), 1636-1647 [cit. 2018-11-10]. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3474-08.2009. ISSN 0270-6474.

KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 9788072626571.

KOLÁŘOVÁ, B. Využití představy a observace pohybu v kognitivní a pohybové rehabilitaci: Use of motion imagination and observation in cognitive and motion rehabilitation <Die> Verwendung der Vorstellung und der Observation der Bewegung in der kognitiven und motorischen Rehabilitation. *Rehabilitácia: vedecko-odborný, recenzovaný časopis pre otázky liečebnej, pracovnej, psychosociálnej a výchovnej rehabilitácie*. Bratislava: LIEČREH, 2015, **52**(3), 131-139. ISSN 0375-0922.

KONDROVÁ, D. a D. VONDRÁČKOVÁ. Chronická nenádorová bolest v ordinaci praktického lékaře. *Medicína po promoci* [online]. Praha: Medical Tribune, 2010, 20.07.2010, **11**(3), 64-71 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/18574>

LARBIG, W., J. ANDOH, E. HUSE, D. STAHL-CORINO, P. MONTOYA, Z. SELTZER a H. FLOR. Pre- and postoperative predictors of phantom limb pain. *Neuroscience Letters*[online]. 2018 [cit. 2019-03-28]. DOI: 10.1016/j.neulet.2018.11.044. ISSN 03043940.

LOUW, A., E. J. PUENTEDURA, D. REESE, P. PARKER, T. MILLER a P. E. MINTKEN. Immediate Effects of Mirror Therapy in Patients With Shoulder Pain and Decreased Range of Motion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2017, **98**(10), 1941-1947 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.03.031. ISSN 00039993.

MACIVER, K., D. M. LLOYD, S. KELLY, N. ROBERTS a T. NURMIKKO. Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. *Brain* [online]. 2008, **131**(8), 2181-2191 [cit. 2019-01-31]. DOI: 10.1093/brain/awn124. ISSN 1460-2156.

MAIHÖFNER, C., F. SEIFERT a K. MARKOVIC. Complex regional pain syndromes: new pathophysiological concepts and therapies. *European Journal of Neurology* [online]. 2010, **17**(5), 649-660 [cit. 2019-03-11]. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2010.02947.x. ISSN 13515101.

MALOUIN, F. a C. L. RICHARDS. Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy* [online]. 2010, **90**(2), 240-251 [cit. 2019-01-21]. DOI: 10.2522/ptj.20090029. ISSN 0031-9023.

MANCINI, F., T. NASH, G. D. IANNETTI a P. HAGGARD. Pain relief by touch: A quantitative approach. *Pain*[online]. 2014, **155**(3), 635-642 [cit. 2018-11-10]. DOI: 10.1016/j.pain.2013.12.024. ISSN 0304-3959.

MARINUS, J., L. G. MOSELEY, F. BIRKLEIN, R. BARON, C. MAIHÖFNER, W. S. KINGERY a J. J. VAN HILTEN. Clinical features and pathophysiology of complex regional pain syndrome. *The Lancet Neurology* [online]. 2011, **10**(7), 637-648 [cit. 2019-03-11]. DOI: 10.1016/S1474-4422(11)70106-5. ISSN 14744422.

MIZUGUCHI, N., M. SUEZAWA a K. KANOSUE. Vividness and accuracy: Two independent aspects of motor imagery. *Neuroscience Research* [online]. 2018 [cit. 2019-03-26]. DOI: 10.1016/j.neures.2018.12.005. ISSN 01680102.

MOCHIZUKI, H., U. BAUMGÄRTNER, S. KAMPING, M. RUTTORF, L. R. SCHAD, H. FLOR, R. KAKIGI a R. D. TREEDE. Cortico-subcortical activation patterns for itch and pain imagery. *Pain* [online]. 2013, **154**(10), 1989-1998 [cit. 2019-02-15]. DOI: 10.1016/j.pain.2013.06.007. ISSN 0304-3959.

MOSELEY, L. G. I can't find it! Distorted body image and tactile dysfunction in patients with chronic back pain. *Pain* [online]. 2008, **140**(1), 239-243 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1016/j.pain.2008.08.001. ISSN 0304-3959.

MOSELEY, L. G. a H. FLOR. Targeting Cortical Representations in the Treatment of Chronic Pain. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2012, **26**(6), 646-652 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1177/1545968311433209. ISSN 1545-9683.

MOSELEY, G. L., N. ZALUCKI, F. BIRKLEIN, J. MARINUS, J. J. VAN HILTEN a H. LUOMAJOKI. Thinking about movement hurts: The effect of motor imagery on pain and swelling in people with chronic arm pain. *Arthritis & Rheumatism* [online]. 2008, **59**(5), 623-631 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1002/art.23580. ISSN 00043591.

PASCUAL-LEONE, A., D. NGUYET, L. G. COHEN, J. P. BRASIL-NETO, A. CAMMAROTA a M. HALLETT. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1995, **74**(3), 1037-1045 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1152/jn.1995.74.3.1037. ISSN 0022-3077.

PODĚBRADSKÝ, J. a R. PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.

PRIGANC, V. W. a S. W. STRALKA. Graded Motor Imagery. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2011, **24**(2), 164-169 [cit. 2018-04-14]. DOI: 10.1016/j.jht.2010.11.002. ISSN 08941130.

RIZZOLATTI, G. a L. FOGASSI. The mirror mechanism: recent findings and perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2014, **369**(1644), 20130420-20130420 [cit. 2018-04-14]. DOI: 10.1098/rstb.2013.0420. ISSN 0962-8436.

ROKYTA, R. *Bolest a jak s ní zacházet: učebnice pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3012-7.

ROKYTA, R. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4867-2.

ROKYTA, R., M. KRŠIAK a J. KOZÁK, ed. *Bolest: monografie algeziologie*. Praha: Tigris, 2006. ISBN 8090375006.

RUFFINO, Célia, Charalambos PAPAXANTHIS a Florent LEBON. Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. *Neuroscience* [online]. 2017, **341**, 61-78 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2016.11.023. ISSN 03064522.

SARUCO, E., A. GUILLOT, A. SAIMPONT, F. DI RIENZO, A. DURAND, C. MERCIER, F. MALOUIN a P. JACKSON. Motor imagery ability of patients with lower-limb amputation: exploring the course of rehabilitation effects. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2017, 16 November 2017 [cit. 2018-10-17]. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04776-1.

SAWYER, E. E., A. W. MCDEVITT, A. LOUW, E. J. PUENTEDURA a P. E. MINTKEN. Use of Pain Neuroscience Education, Tactile Discrimination, and Graded Motor Imagery in an Individual With Frozen Shoulder. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2018, **48**(3), 174-184 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.2519/jospt.2018.7716. ISSN 0190-6011.

THIEME, H., N. MORKISCH, C. RIETZ, C. DOHLE a B. BORGETTO. The Efficacy of Movement Representation Techniques for Treatment of Limb Pain—A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Pain* [online]. 2016, **17**(2), 167-180 [cit. 2019-01-31]. DOI: 10.1016/j.jpain.2015.10.015. ISSN 15265900.

URITS, I., A. BURSHTAIN, M. SHARMA, et al. Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Current Pain and Headache Reports* [online]. 2019, **23**(3) [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1007/s11916-019-0757-1. ISSN 1531-3433.

WALZ, A. D., T. USICHENKO, G. L. MOSELEY a M. LOTZE. Graded Motor Imagery and the Impact on Pain Processing in a Case of CRPS. *The Clinical Journal of Pain* [online]. 2013, **29**(3), 276-279 [cit. 2019-02-15]. DOI: 10.1097/AJP.0b013e318250f4e8. ISSN 0749-8047.

WAND, B. M., L. PARKITNY, N. E. O'CONNELL, H. LUOMAJOKI, J. H. MCAULEY, M. THACKER a G. L. MOSELEY. Cortical changes in chronic low back pain: Current state

of the art and implications for clinical practice. *Manual Therapy*[online]. 2011, **16**(1), 15-20 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1016/j.math.2010.06.008. ISSN 1356689X.

YILDIRIM, M. The Effect of Mirror Therapy on the Management of Phantom Limb Pain. *Ağrı - The Journal of The Turkish Society of Algology* [online]. 2016 [cit. 2019-02-15]. DOI: 10.5505/agri.2016.48343. ISSN 13000012.

ZANGRANDO, F., T. PAOLUCCI, M. C. VULPIANI, M. LAMARO, R. ISIDORI a V. M. SARACENI. Chronic pain and motor imagery: a rehabilitative experience in a case report. *European Journal of Physical and Rehabilitation: A Journal on Physical Medicine and Rehabilitation after Pathological Events* [online]. 2014, únor 2014, **50**(1), 67-72 [cit. 2019-03-25]. ISSN 1973-9095.

ŻYLUK, A. a P. PUCHALSKI. Effectiveness of complex regional pain syndrome treatment: A systematic review. *Neurologia i Neurochirurgia Polska* [online]. 2018, in press [cit. 2018-05-11]. DOI: 10.1016/j.pjnns.2018.03.001. ISSN 00283843.

Seznam zkratk

CMT	covered-mirror therapy
GMI	graded motor imagery (stupňovaná představa pohybu)
KRBS	komplexní regionální bolestivý syndrom
KI	kinestetická představa
LBP	low back pain (bolest dolních zad)
M1	primární motorická oblast
MI	motor imagery (představa pohybu)
MT	mirror therapy (zrcadlová terapie)
PM	premotorická oblast
S1	primární somatosenzorická oblast
SM	suplementární motorická oblast
TMS	transkraniální magnetická stimulace
VI	vizuální představa

Seznam obrázků

Obrázek 1: Dráhy bolesti (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 59). **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 2: Porovnání aktivace mozku při fyzickém provedení, VI a KI oproti skupině percepční kontroly. (Guillot et al., 2009, s. 2165) **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 3: Plocha motorické kůry, odpovídající flexorům a extenzorům na předloktí, aktivně se podílející při hře na piano během pětidenního tréninku u skupiny fyzicky trénujících, mentálně trénujících a netrénujících (Pascual-Leone et al., 1995, s. 1041) **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 4: Aktivace kortexu během špulení rtů před a po tréninku. Žlutý kroužek značí areu rtů (Lip M1). Po tréninku je rozsah aktivace méně difusní a nedochází k aktivaci oblasti pro ruku (Hand M1). U zdravých kontrol se zapojí pouze oblast rtů. (MacIver et al. 2008, s. 2186) **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 5: Příklady obrázků pozic ruky pro trénink lateralit. **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 6: Ukázka zrcadlového boxu (Priganc, 2011, s.166) **Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek 7: Schématický diagram zobrazující hlavní faktory účastníci se na vzniku FB (Flor 2002, s. 186). **Chyba! Záložka není definována.**

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdíly mezi akutní a chronickou bolestí (Rokyta, Kršiak, Kozák, 2006, s. 203)

..... **Chyba! Záložka není definována.**

Tabulka 2: Typické doprovodné příznaky akutní a chronické bolesti (Rokyta, Kršiak, Kozák,

2009, s. 35)..... **Chyba! Záložka není definována.**