

Terapia lustrzana

Mirror therapy

Aneta Pirowska

Institut Robert Merle d'Aubigné – Valenton, Francja

Key words

mirror therapy, phantom sensations, phantom pain, phantom feelings, the mirror neuron system, brain plasticity, limb amputation

Abstract

Phantom sensations occur in many people following limb amputation. The article presents in part their incoherent and heterogeneous characteristics. A phantom limb may assume a complete or incomplete form, one shorter or longer than the healthy one (the telescopic effect), that is rotated, deformed, fragmented, as equally mobile or immobile. For the patient after limb amputation the perception of their own body scheme changes, which displays itself in the appearance of phantom sensations. To date there has not been developed a fully effective method for the treatment of the pain endured and the unpleasant phantom sensations themselves. A method of particular note is mirror therapy, enabling the patient to conjure up the illusion of the existence of the entire body scheme after limb amputation, and with the same reducing either the pain endured and/or the unpleasant phantom sensations. The effect of mirror therapy involves the generating of feedback through the transfer of visual information, which more than likely arouses the mirror neuron system. In the work attempts were undertaken to regulate the way mirror therapy was conducted and to present its effects on the basis of the subject literature available, as well as on the basis of several years of personal experience in its application amongst post limb amputation patients. The way in which mirror therapy is used is tailor-made to the individual needs of the given patient, depending on the type of phantom sensations experienced.

Słowa kluczowe

terapia lustrzana, wrażenia fantomowe, ból fantomowy, doznania fantomowe, system neuronów lustrzanych, plastyczność mózgu, amputacje kończyn

Streszczenie

Wrażenia fantomowe występują u większości osób po amputacji kończyn. Artykuł przedstawia ich niespójną i niejednorodną charakterystykę. Kończyna fantomowa może przybierać formę kompletnej lub niekompletnej, krótszej lub dłuższej od zdrowej (*efekt teleskopowy*), zrotowanej, zdeformowanej, rozfragmentowanej, jak również ruchomej lub nieruchomej. U chorego po amputacji kończyny zmienia się postrzeganie własnego schematu ciała, co wykazuje związek z występowaniem wrażeń fantomowych. Dotychczas nie opracowano w pełni skutecznej metody leczenia trwale znoszącej ból i nieprzyjemne doznania fantomowe. Metodą zasługującą na szczególną uwagę jest terapia lustrzana, polegająca na wywoływaniu iluzji istnienia pełnego schematu ciała po amputacji kończyny, tym samym zmniejszając lub znosząc ból i/lub nieprzyjemne doznania fantomowe. Działanie terapii lustrzanej polega na wywoływaniu reakcji zwrotnej (ang. *feedback*), przez przekaz informacji wzrokowej, prawdopodobnie dzięki pobudzeniu systemu neuronów lustrzanych. W opracowaniu podjęto próbę uporządkowania sposobu prowadzenia terapii lustrzanej i zaprezentowano jej efekty na podstawie dostępnej literatury, jak również na podstawie kilkuletnich doświadczeń własnych wynikających z jej stosowania u chorych po amputacjach kończyn. Sposób prowadzenia terapii lustrzanej dostosowuje się do indywidualnych potrzeb chorego, zależnych od rodzaju odczuwanych wrażeń fantomowych.

WRAŻENIA FANTOMOWE - WPROWADZENIE

Wrażenia fantomowe są zjawiskiem powszechnym wśród osób amputowa-

nych¹⁻³. 60-80% z nich doznaje wrażeń fantomu⁴⁻¹³. U większości osób po amputacji kończyny, wrażenia fantomowe występują bezpośrednio po zabiegu operacyjnym¹⁴⁻¹⁷. Jednak u pozostałych

mogą pojawiać się wiele tygodni, miesięcy lub lat później^{15,18-20}. Niekiedy, ból fantomowy może ustąpić nawet na kilka lat, by później pojawić się znowu¹⁶. Sumitani i wsp.²¹ stwierdza, że więk-

Artykuł otrzymano / received: 20.01.2014; zaakceptowano do publikacji / accepted: 20.05.2014

Sposób cytowania: Pirowska A. Mirror therapy. Med Rehabil 2013; 17(4): xx-xx

Wersja internetowa (pierwotna): www.rehmed.pl

szość chorych cierpi z powodu bólu fantomowego przez dalsze kilkanaście lat po amputacji.

Fenomen wrażeń fantomowych, dotyczący odczuwania nieistniejącej już kończyny lub jej części jest jednym z najbardziej zagadkowych i fascynujących działów neuropsychologii klinicznej. Etiologia i patomechanizm wrażeń fantomowych oraz sposób ich leczenia nie zostały wystarczająco poznane i opracowane.

Wrażenia fantomowe charakteryzują się wybitną niespójnością i niejednorodnością^{6,10,11,22-26}. Każdy pacjent, którego ten problem dotyka prezentuje unikalną kombinację spontanicznych lub prowokowanych doznań fantomowych, bólu fantomowego oraz iluzji istnienia kończyny fantomowej¹².

Dawniej wrażenia fantomowe postrzegano jako formę zaburzeń psychicznych²⁷⁻²⁹ lub jako dowód istnienia nieśmiertelnej duszy³⁰⁻³². Tymczasem, obecnie wiadomo już, że kończyna fantomowa nie jest, jak to określił Nowakowski: „quasi-duchem” lecz somatosensorycznym modelem ciała³³⁻³⁵.

Wrażenia fantomowe - podział

Wrażenia fantomowe dzielą się na: doznania fantomowe (bezbolesne odczucia z amputowanej kończyny) oraz ból fantomowy (odczuwany z amputowanej kończyny lub jej części, czy też innej amputowanej części ciała)^{6,36}. Według niektórych autorów, około 70% amputowanych, wcześniej lub później będzie doznawało bólów fantomowych, a prawie wszyscy będą odczuwać doznania fantomowe^{1,23,37}.

Doznania fantomowe

Doznania fantomowe dotyczą bezbolesnego odczuwania amputowanej kończyny lub jej części, wraz z poczuciem jej kształtu, ułożenia i niekiedy jej ruchów^{2,6,11,36,38}. Kończyna fantomowa nieraz może poruszać się i przemieszczać się w przestrzeni tak samo, jak zdrowa kończyna; np. kiedy chory chodzi, kończyna fantomowa również wykonuje kroki, kiedy chory siada, kończyna fantomowa się zgina, a kiedy chory przyjmuje pozycję leżącą, koń-

czyzna fantomowa prostuje się^{2,22}. Jeśli chory nosił na amputowanej późniejszej ręce, ciasno przypięty zegarek, bądź obrączkę, zdarza się, że odczuwa jej „obecność” na kończynie fantomowej, dokładnie w tym samym miejscu². Czasem odczucie fantomu jest tak silne i realne, że chory może nawet ulec urazowi podczas upadku, kiedy zapomina, że jego amputowana kończyna jest krótsza i usiłuje na niej stanąć^{39,40}.

Doznania fantomowe są najczęściej odczuwane w dystalnych częściach amputowanych kończyn, które są znacznie mocniej unerwione, takich jak ręka, czy stopa^{11,16,22}.

Ból fantomowy

Ból^A fantomowy jest określany jako „ból rzutowany do chirurgicznie usuniętej kończyny lub jej części”^{7,23}. Zajmuje on szczególną pozycję w grupie bólów neuropatycznych, zwanych również neurogennymi^{9,16,42-45}, które z kolei obok bólów zapalnych i dysfunkcyjnych zostały zakwalifikowane do grupy bólów chronicznych, w ogólnej klasyfikacji bólu^{9,23,45}.

Przyczyną bólu neuropatycznego może być uszkodzenie centralnego lub obwodowego układu nerwowego^{16,46,47}. Podkreśla się także znaczenie predyspozycji genetycznych⁴⁷ i wpływu niektórych czynników psychospołecznych^{28,48}.

Mechanizm powstawania wrażeń fantomowych

Dotychczas nie poznano szczegółowego mechanizmu powstawania wrażeń fantomowych^{38,49,50}. Literatura z tego zakresu proponuje różne teorie. Dotyczą one obwodowego układu nerwowego, rdzenia kręgowego oraz kory mózgowej^{19,21,50,51}. Według Richardsona⁵⁰ większość teorii jest powiązanych z mechanizmem plastyczności mózgu polegającej na reorganizacji kory mózgowej ze współwystępującą pamięcią bólową.

Nie wiadomo, dlaczego niektórzy chorzy po amputacji w ogóle nie odczuwają bólu fantomowego^{20,50}.

Reorganizacja mapy somatotopowej dotycząca S1 i M1 (czuciowych i ruchowych pól kory mózgowej - ang. S1 - pri-

mary somatosensory cortex, M1 - primary motor cortex) obserwowana jest nie tylko w przypadku występowania bólu fantomowego ale również po uszkodzeniach rdzenia kręgowego, po urazowym uszkodzeniu spłotu ramiennego i w CRPS (złożonym wieloobjawowym miejscowym zespole bólowym - ang. Complex Regional Pain Syndrome) co oznacza, że dotyczy bólów neuropatycznych^{19,21,51,52}.

Intensywność i częstość wrażeń fantomowych

Intensywność wrażeń fantomowych, czas ich trwania oraz powtarzalność są zmienne i zróżnicowane indywidualnie^{6,10,16,23-26,38}. Mogą pojawiać się ze zmiennym nasileniem, w różnych porach dnia. Zazwyczaj ich intensywność wzrasta w spoczynku oraz wieczorem i w nocy^{11,11,26}. Mogą występować bez przerwy, pojawiać się kilka razy w ciągu godziny, kilka razy w ciągu dnia, co kilka dni lub jeszcze rzadziej.

Powodem nasilenia wrażeń fantomowych, a w szczególności bólu fantomowego mogą być: przewlekły stres emocjonalny^{6,11,22,38}, zdenerwowanie^{6,11,16,22}, lęk¹⁶, depresja³⁸, poczucie niepewności³⁸, problemy z akceptacją swego ciała³⁸, brak wsparcia psychologicznego³⁸, niedobory i zaburzenia snu^{11,16,22}, zmęczenie^{11,16}, zaburzenia czuciowo-ruchowe²², defekacja²², mikcja²², ejakulacja²², napady kaszlu²², ziewanie²², jak również manipulowanie kikutem¹¹, bodźce mechaniczne lub termiczne^{11,16}, czy zmiany klimatyczne^{22,38}. Często jednak, jak podaje Ginies¹, przekornie może je wywoływać całkowite rozluźnienie w czasie odpoczynku.

Bardziej intensywny ból fantomowy występuje zazwyczaj w dystalnych częściach kończyn (palcach ręki i stopy), co wiąże się z szerszą reprezentacją korową tej okolicy. Spostrzeżenia Dobrogowskiego i wsp.¹⁶, potwierdzają doświadczenia własne.

Postrzeżenie własnego ciała

Zgodnie z definicją Henri Piéron schemat ciała reprezentuje postrzeżenie własnego ciała, pozwalające na odna-

^A Ból, według Międzynarodowego Stowarzyszenia Badania Bólu (ang. International Association for the Study of Pain, IASP), jest „nieprzyjemnym doznaniem czuciowym i emocjonalnym, związanym z rzeczywistym lub potencjalnym uszkodzeniem tkanek lub opisywanym w kategoriach takiego uszkodzenia”^{15,41}.

leżenie się w przestrzeni⁵³. Zdrowy człowiek, w warunkach fizjologicznych nie ma świadomości istnienia schematu własnego ciała⁵³. Ośrodkowy układ nerwowy nieustannie konstruuje fenomenalno-funkcjonalny model własnego ciała, nieulegający natychmiastowej zmianie po amputacji kończyny⁵⁵.

Postrzeganie i odczuwanie własnego ciała przez chorych po amputacjach kończyn stanowi przedmiot różnorodnych opisów, niejednokrotnie niespójnych^{29,54-58}.

Wrażenia fantomowe po amputacjach kończyn dolnych są odczuwane zazwyczaj w: palcach^{16,29}, okolicach guza piętowego, śródstopiu, stawie skokowo-goleniowym i skokowo-piętowo-lódkiowym nieistniejącej kończyny²⁹. Nieistniejąca już część kończyny może być „odtworzana” w sposób kompletny lub niekompletny (np. fragment stopy)⁵⁹.

Pozycja kończyny fantomowej zazwyczaj jest identyczna z tą, w jakiej znajdowała się ona przed amputacją, podczas operacji lub w chwili bezpośrednio poprzedzającej uraz. Ten fakt jest szczególnie często spotykany u chorych po amputacjach urazowych⁵⁶. W swojej praktyce klinicznej obserwowałam chorego, który doznał amputacji urazowej stopy w wypadku motocyklowym. Nie tracąc przytomności, w trakcie akcji ratunkowej prosił służby medyczne o właściwe zabezpieczenie amputowanej stopy. W kolejnych dniach w czasie pobytu w szpitalu, doznawał silnego wrażenia, że jego amputowana stopa znajduje się pod łóżkiem, oddalona od pozostałej części jego ciała.

Kończyna fantomowa często znajduje się w ułożeniu nienaturalnym, co prowadzi niejednokrotnie do niezrozumiałych przez otoczenie zachowań chorego (np. wycofywanie wózka od zamykających się drzwi windy, z obawy przed przytraśnięciem kończyny fantomowej, wyprostowanej w stawie kolanowym lub przechodzenie bokiem przez otwarte drzwi z powodu doznania ułożenia fantomowej kończyny górnej w pozycji odwiedzenia). Kończyną fantomową można nawet „odczuwać” wilgoć np. w momencie kiedy osoba nosząca protezę wchodzi do kałuży⁶⁰. Fakt ten potwierdzają doświadczenia własne na podstawie

opisu doznań chorego z amputacją kończyny dolnej na wysokości uda. Chory, siedząc na wózku przed umywalką, podczas mycia zębów odczuwał, że na „znajdującą się” pod nią kończyną fantomową „kapie woda”. Odczuwanie „wilgotnej” kończyny fantomowej ustępowało po zakręceniu kranu i wycofaniu się sprzed umywalki. Różnorodne opisy zaskakujących odczuć i doznań często okazują się niepowtarzalne. Każdy chory doświadcza wrażeń fantomowych w indywidualny sposób.

Uwagę zwraca również fakt, że ruchy odczuwane przez kończyną fantomową mogą być albo spontaniczne i niezależne od woli amputowanego, czyli wywoływane automatycznie, albo zależne od jego woli – kontrolowane^{56,61}. Te ostatnie występują głównie u osób młodych.

Jednakże, niektórzy amputowani opisują swój „fantom” jako świadomość jego niecielesnej obecności ale bez określonych odczuć jego kształtu, czy rozmiaru. Posiadają wyłącznie świadomość, że kończyna fantomowa istnieje bez odczuwania jej wyraźnej formy⁵⁰. W swojej praktyce klinicznej spotkałam się także z sytuacją, gdzie chory „utożsamiał” kończyną fantomową z dotykanym przez kikut przedmiotem (dotykając pudełka kartonowego, chory miał wrażenie, że jego fantom przybiera konsystencję kartonu, dotykając grzebienia odczuwał, że jego fantom w dystalnej części „zamienia się” w grzebień, a dotykając plastikowej zakrętki od butelki, „staje się” plastikową zakrętką. Chory określał to odczucie jako bardzo wyraźne przenikanie, nakładanie się obcej materii na jego kończyną fantomową.

Poczuciu istnienia kończyny fantomowej mogą towarzyszyć odczucia: mrowienia, swędzenia, wyładowań elektrycznych, ciepła, zimna, zgniatań, miażdżenia, rozdzierania, klucia, uderzeń młotem, dźgania nożem, palenia, szczypania, czy inne wrażenia o charakterze neuropatycznym⁶². Niektórzy chorzy, z własnych doświadczeń klinicznych, podają występowanie odczuć „noszenia za ciasnych butów” na stopie fantomowej.

Wielu chorych skarży się na istnienie „zabetonowanej”, czy „sparaliżowanej” kończyny fantomowej, odczuwanej jako kończyna nieruchoma³².

W licznych przypadkach, chorzy ci mieli rzeczywiście sparaliżowane kończyny, w wyniku uszkodzeń nerwów obwodowych, w okresie poprzedzającym amputację. Według Ramachandra, występujący przed amputacją paraliż doprowadził do paraliżu wyuczonego, a informacja o nim została wpisana w schemat ciała. Po amputacji kończyny wyuczony paraliż przeniósł się na kończyną fantomową³².

Kończyna fantomowa może przybierać formę:

- krótszej lub dłuższej od zdrowej (efekt teleskopowy),
- zrotowanej,
- zdeformowanej,
- rozfragmentowanej (niepodobnej do kończyny nieamputowanej)^{63,64}.

Z kolei klasyfikacja form postrzegania ciała u osób amputowanych wg André i wsp.⁵⁷, przedstawia się następująco⁶²:

- kategoria I - oznacza kończyny fantomowe normalne,
- kategoria II - oznacza kończyny fantomowe zdeformowane lub upamiętnione,
- kategoria III - oznacza iluzję normalności ciała,
- kategoria IV - dotyczy postrzegania rzeczywistego stanu ciała.

Czynniki wpływające na jakość i intensywność wrażeń fantomowych

Istnieje wiele czynników wpływających na jakość i intensywność wrażeń fantomowych. Należą do nich: ból przedoperacyjny chorej kończyny^{5,10,16,56,65-67}, poziom, wysokość i bilateralność amputacji^{5,65}, zastosowanie niewłaściwej techniki operacyjnej⁵⁶, przyczyny i wskazania do amputacji^{5,20,24,67,68}, ból kikutu^{5,10,11,16,55,67}, stan zagojenia kikuta¹¹, charakter zaprotezowania^{5,11,40} ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania protezy mioelektrycznej⁶⁹, jak również czynniki demograficzno-socjalne^{5,11,65,70}, psychospołeczne^{1,11,22,56,71}, klimatyczne^{16,51,56} oraz brak aktywności fizycznej⁵⁶.

Leczenie bólu fantomowego

Dotychczas nie opracowano w pełni skutecznej metody leczenia trwale znoszącej ból fantomowy⁷². Oprócz farmakoterapii stosuje się inne metody i techniki terapeutyczne, mające na

celu obniżenie intensywności bólu fantomowego. Należą do nich między innymi: terapia lustrzana^{12,29,54,64,69,73-82}, elektroterapia (najczęściej TENS)^{8,11,29,56,69,76,82-84}, ultradźwięki^{169,82}, termoterapia^{29,76}, akupunktura^{11,29,56,80,85}, masaże⁸², relaksacja^{8,11,56,69} oraz psychoterapia^{8,11,56,76,80}. Także stosowane rutynowo po zabiegach amputacji bandażowanie kikutu, zmniejszające obrzęk i formujące go, zmiany pozycji ciała chorego oraz czynności ściągania protezy i powtórnego jej zakładania mogą modyfikować ból fantomowy^{29,76,80,82}.

TERAPIA LUSTRZANA

Terapia lustrzana (ang. *mirror therapy*) jest metodą zasługującą na szczególną uwagę. Od wczesnych lat dziewięćdziesiątych zaczął ją stosować amerykański specjalista neurologii behawioralnej Vilayanur Ramachandran, będący równocześnie jednym z czołowych współczesnych neurologów (*University of California, San Diego*)^{12,13,17,29,54,64,72-75,77,78,82,86-92}.

Terapia z zastosowaniem lustra początkowo została opracowana w celu zmniejszenia bólów fantomowych po amputacji kończyny^{12,64,73,89,91}. Polega na wywoływaniu iluzji istnienia pełnego schematu ciała po amputacji kończyny, zmniejszając lub znosząc ból fantomowy.

Chory obserwując w lustrze odbicie przeciwnej, nieamputowanej kończyny, „oszukuje mózg” i wprowadza ce-



Zdjęcie 1

Terapia lustrzana u chorej po amputacji na wysokości podudzia kończyny dolnej lewej

Mirror therapy in a patient following left lower limb amputation

lowo mylną informację, co do istnienia amputowanej kończyny (Zdjęcie 1). Można wręcz powiedzieć, że informacja ta stopniowo „amputuje ból fantomowy”^{54,64,75}. Potwierdza to fakt, że ból fantomowy nie powstaje w miejscu amputacji kończyny, lecz w centralnym układzie nerwowym^{17,33,35}.

Nieznany jest dokładny mechanizm działania terapii lustrzanej⁸¹. Dlatego też, Miles stwierdził: „nie wiem jak to działa ale działa”⁷⁹³. Z coraz większym przekonaniem sugeruje się rolę pobudzenia neuronów lustrzanych w półkuli mózgu strony przeciwnej do strony amputowanej kończyny, poprzez aktywację wizualnego sprzężenia zwrotnego (ang. *mirror visual feedback, MVF*), powodującego modyfikację schematu postrzegania ciała u amputowanej osoby^{29,51,64,94-97}.

System neuronów lustrzanych (ang. *mirror neuron system*), rozproszony w korze mózgowej, został przypadkowo odkryty na początku lat 90-tych^{96,98}. Rizzolatti i Sinigaglia⁹⁸ tłumaczą złożoną istotę roli neuronów lustrzanych, polegającą w dużej mierze na obserwowaniu czynności ruchowej i jej rozumieniu. Dzięki temu mechanizmowi, informacja o obserwowanej czynności ruchowej/akcji jest przekazywana do strefy ruchowej mózgu. Zauważono, że system neuronów lustrzanych uaktywnia się przez obserwację pełnej czynności ruchowej/akcji, a nie w trakcie obserwacji pojedynczych, selekcyjowanych ruchów danej czynności (nawet jeśli są one składowymi wielu różnych czynności)⁹⁶. Niezwykle istotne jest zrozumienie celu wykonywania danej czynności⁹⁸. Równie ważną cechą systemu neuronów lustrzanych jest naśladowanie, czyli wykonywanie (powtarzanie) ruchu uprzednio zaobserwowanego, ze zrozumieniem dwóch kluczowych elementów: „jaki” ruch wykonuje obserwowany i „dlaczego” go wykonuje⁹⁸. Działanie złożonego mechanizmu neuronów lustrzanych zostało poparte w diagnostyce obrazowej (EEG, EMG, fMRI, PET)⁹⁶. Wykorzystywanie właściwości systemu neuronów lustrzanych stanowi podstawę wyraźnie i dynamicznie rozwijającej się w ostatnich latach neurorehabilitacji motorycznej. Obserwacja ruchów, będąca jedną z jej głównych zasad, prowadzi do pobudzenia i późniejszego utrwalenia zmian z systemie motorycznym mózgu. Chory wy-

konuje ruch samodzielnie na podstawie obserwacji i zrozumienia⁹⁶. W przeciwieństwie do zasad klasycznych koncepcji Bobath, czy też PNF, gdzie ruch jest wspomagany przez terapeutę⁹⁶.

Terapia lustrzana, pomimo wysokiej skuteczności, nie sprawdza się jednak u wszystkich badanych, co może wynikać między innymi z dużej różnorodności jakości wrażeń fantomowych^{63,64}.

Skuteczność terapii lustrzanej stwierdzono również w leczeniu chorych:

- z hemiplegią, po przebytych udarach mózgu^{54,64,89,90,96,99,100},
- z wielobjawowym miejscowym zespołem bólowym - CRPS typu I (ang. *Complex Regional Pain Syndrome type I*)^{89,101-103},
- w pełnym zerwaniu splotu ramiennego⁸⁰,
- oraz w uszkodzeniu rdzenia kręgowego⁸⁰.

Wykazano, że terapia lustrzana jest skuteczniejsza od konwencjonalnych metod leczenia uporczywego bólu i paralizu będącego skutkiem udaru mózgu³². Moseley proponuje złożoną terapię GMI (ang. *graded motor imagery*), o potwierdzonych efektach, której częścią jest terapia lustrzana^{101,104}. Terapia składa się z trzech części. Pierwszą jest zastosowanie zdjęć kończyny (ang. *performing limb laterality recognition*). Druga, to wyobrażanie - wizualizacja ruchów amputowanej, porażonej (w następstwie udaru mózgu) lub niesprawnej w następstwie CRPS typu I kończyny. Natomiast trzecią składową terapii GMI jest wykonywanie ruchów przed lustrem (terapia lustrzana)^{18,97,101,104}.

Chan podaje wyniki badań potwierdzających efekt terapii lustrzanej stosowanej w łagodzeniu bólu fantomowego po amputacji kończyny dolnej^{12,77,95,105,106}. 22 badanych chorych skategoryzowano w trzech różnych grupach:

- w I grupie - ćwiczący z odkrytym lustrem,
- w II grupie - ćwiczący z zakrytym lustrem,
- w III grupie - ćwiczący bez zastosowania lustra, jedynie wyobrażając sobie utraconą kończynę przez wizualizację.

Intensywność bólu fantomowego mierzono na początku i następnie po czterech tygodniach terapii z zastosowaniem wizualno-analogowej skali VAS. W uzyskanych wynikach:

- w I grupie, ból fantomowy zmniejszył się u wszystkich chorych,
- w II grupie, tylko 1 chorych odczuwał poprawę,
- w III grupie dwóch chorych stwierdziło, że ból fantomowy się zmniejszył.

Należy podkreślić, że:

- na skutek zastosowanej terapii, jedynie w I grupie zarejestrowano osłabienie bólu fantomowego u wszystkich chorych,
- w grupach II i III, niektórzy badani zgłaszali nasilenie bólu fantomowego^{12,77,105,106}.

Zastosowanie terapii lustrzanej zezwala również na „poruszanie” kończyną fantomową, zmniejszając jej często nienaturalne ustawienie lub odblokowując jej „zastygłą - zamrożoną”, czy „zabetonowaną” pozycję^{17,54,64,76,86}. Kilkuletnie doświadczenia własne wskazują, że „poruszanie” kończyną fantomową działa korzystnie na efekt redukcji intensywności bólu fantomowego.

Terapia lustrzana wykazuje dużą skuteczność w zmniejszaniu bólu fantomowego, ma jednak pewne ograniczenia w zastosowaniu. Może być wykorzystana jedynie u osób po jednostronnej amputacji kończyny. U chorych po amputacjach bilateralnych brak jest zdrowej kończyny stanowiącej wzorzec. Natomiast ewentualne próby wykonywania ćwiczeń przez chorych po amputacji obustronnej z wykorzystaniem jednej protezy, jako uzupełnienia schematu ciała, nie przynoszą oczekiwanych efektów.

„Poruszanie” fantomem za pomocą lustra i dodatkowo z pomocą pomniejszających soczewek, oddaje odbicie „zmniejszonej” kończyny, co przyczynia się do wzmocnienia przeciwbólowego działania terapii lustrzanej^{32,51}.

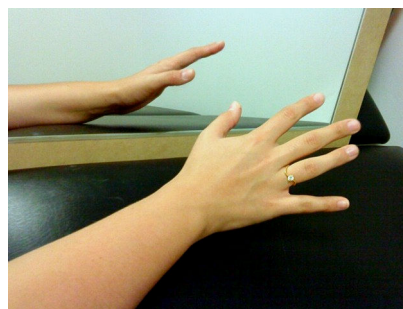
Zaletą terapii lustrzanej jest brak istotnych przeciwwskazań do jej zastosowania. Jak dotychczas, nie zantoutowano skutków ubocznych terapii lustrzanej. Natomiast pewną niedogodnością w zastosowaniu tej metody jest konieczność ciągłej koncentracji chorego na odbiciu lustrzanym podczas obserwacji położenia i ruchów zdrowej kończyny²⁹. Doświadczenia własne potwierdzają występowanie u chorych przemijającego zmęczenia w trakcie terapii. Z oczywistych względów niemożliwe jest zastosowanie te-

go sposobu leczenia u chorych niewidomych. Ryzykowne może się również wydawać jej stosowanie u chorych psychiatrycznych, szczególnie u chorych ze schizofrenią.

Najnowocześniejszą modyfikacją terapii lustrzanej, jest wirtualna terapia lustrzana (ang. *virtual mirror therapy*), z zastosowaniem trójwymiarowości (3D), w celu pełnego zobrazowania fantomu^{51,63,80,88,89,94}. W tym wypadku wykorzystuje się zjawisko immersji IMV (ang. *immersive virtual reality*), przez wprowadzenie - „zanurzenie” (ang. *immersion*) chorego w wirtualny świat, czyli w stan, w którym przestaje być świadomy swojego rzeczywistego ciała, a zaczyna postrzegać jedynie wirtualnie wykreowany jego schemat. W tym stanie rzeczy mózg chorego przestaje postrzegać wykreowany stan, jako sztuczny i odbiera go, jako rzeczywisty, co podobnie jak w terapii lustrzanej pozwala zmniejszyć ból fantomowy^{51,88,89}. Uzyskanie takich efektów jest możliwe jedynie dzięki zastosowaniu nowoczesnych technik informatycznych.

Sumitani i wsp.²¹, podobnie jak inni autorzy potwierdzają istotność stosowania technik neurorehabilitacyjnych w celu zmniejszenia bólu neuropatycznego^{18,21,51,54,77,88,89,107}. Jego zdaniem kreowanie mechanizmów terapeutycznych wpływających na reorganizację czuciowych i ruchowych pól kory mózgowej S1/M1, wykazuje najskuteczniejszą rolę w leczeniu bólu fantomowego²¹.

Hanling i wsp.⁷⁹ zwracają uwagę na korzystny wpływ stosowania terapii lustrzanej jeszcze przed amputacją kończyny. Może ona zapobiegać narastaniu bólu fantomowego po operacji⁷⁹.



Zdjęcie 2

Terapia lustrzana u chorej po amputacji na wysokości ramienia kończyny górnej lewej

Mirror therapy in a patient following amputation at level of the left shoulder

Terapia lustrzana może być stosowana zarówno po amputacjach kończyn górnych (Zdjęcie 2), jak i dolnych (Zdjęcie 3).



Zdjęcie 3

Terapia lustrzana u chorej po amputacji na wysokości podudzia kończyny dolnej prawej

Mirror therapy in a patient following amputation of the right lower leg

Sposób prowadzenia terapii lustrzanej

Przed rozpoczęciem terapii należy choremu dokładnie wytłumaczyć cel terapii, jej założenia i przebieg. Niekiedy pierwsza obserwacja odbicia w lustrze zdrowej kończyny wzbudza silne wrażenia i przemijające emocje. Następnie niezbędne jest przeprowadzenie bardzo dokładnego wywiadu, określając przede wszystkim: wiek i płeć chorego, etiologię amputacji (w przypadku etiologii urazowej, jeżeli możliwe, należy określić okoliczności i przebieg wypadku), czas trwania choroby (jeśli nie jest to etiologia urazowa), wysokość amputacji i stan zagojenia kikuta, czas od amputacji, akceptacja faktu amputacji przez chorego, osobowość chorego, stan emocjonalny chorego. Jak wskazują doświadczenia własne, w przypadku etiologii urazowej, często widoczne są oznaki pamięci bólowej związanej z ostatnią chwilą przed traumatyczną sekcją kończyny. Informacja ta jest istotna z uwagi na zaplanowanie właściwego indywidualnego dla każdego pacjenta przebiegu terapii.

Rozpoczynając każdy kolejny seans należy ocenić ból. Nasilenie bólu fantomowego możemy określić np. dzięki zastosowaniu 11-stopniowej (0-10) Skali Numerycznej (liczbowej), co pozwoli nam na systematyczne badanie przebiegu terapii.

Ilość seansów i sposób ich prowadzenia są zawsze dobierane indywidualnie, zależnie od potrzeb każdego pacjenta.

Narzędzia stosowane w terapii lustrzanej

Niezbędnym narzędziem pracy jest płaskie lustro o naturalnej barwie. Jego długość powinna przekraczać długość nieamputowanej (przeciwnej) kończyny. Natomiast jego szerokość, im większa, tym lepiej zapewnia realne odczucie obserwowania w trakcie seansu pozornie „istniejącej kończyny”. Zbyt wąskie lustro rozprasza koncentrację chorego i zaburza odczucie realności. Jak zauważa się, nie jest tu potrzebny kosztowny, specjalistyczny sprzęt, co również stanowi zaletę przedstawianej terapii.

Pozycja chorego oraz ustawienie lustra w terapii lustrzanej

Chory powinien przyjąć wygodną dla niego pozycję, najlepiej siedzącą, zapewniającą rozluźnienie i pełną koncentrację. Wskazane jest, by terapię prowadzić w wyizolowanym pomieszczeniu do ćwiczeń.

Lustro ustawia się w taki sposób, by chory mógł obserwować w nim nieamputowaną kończynę, jednocześnie ukrywając za jego powierzchnią kikut przeciwnej amputowanej kończyny (nie można widzieć jednocześnie kikut kończyny i obserwowanej w lustrze przeciwnej zdrowej kończyny) (Zdjęcie 1).

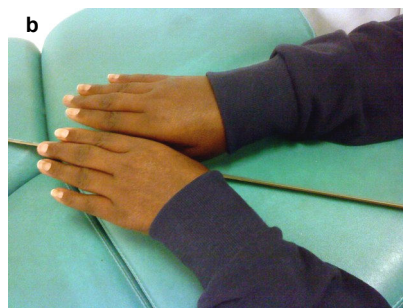
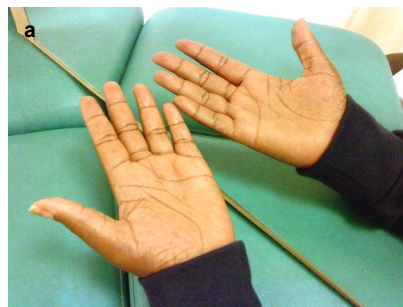
Najważniejszym kluczowym punktem przeprowadzanego seansu terapii jest głęboka nieprzerwana wzrokowa koncentracja chorego na odbiciu kończyny w lustrze. Jest to niezbędny element, bez przestrzegania którego nie można oczekiwać efektu terapii. Kontakt wzrokowy z odbiciem kończyny w lustrze pozwala na przekazywanie informacji do mózgu o istnieniu i poruszaniu „pozornie istniejącą kończyną”.

Przebieg terapii lustrzanej

Kilkuletnie doświadczenia własne wskazują, że korzystne jest prowadzenie terapii lustrzanej:

- codziennie, aczkolwiek niektórzy autorzy wskazują na potrzebę wykonywania terapii nawet kilka razy w ciągu dnia¹⁰⁸,
- indywidualnie z każdym chorym,
- w przeznaczonych w tym celu izolowanych pomieszczeniach, w wa-

- runkach zapewniających wysoką koncentrację,
- w czasie około 15-30 minut,
- z nieograniczoną ilością seansów, zależną od postępów w leczeniu i jego wyników,
- oprócz codziennych zaplanowanych seansów, dodatkowo w chwilach pojawiającego się bólu fantomowego lub jego nasilenia,
- rozpoczynając każdy seans tak, by chory starał się „nałożyć i zsynchronizować” pozycję zdrowej kończyny z pozycją odczuwanej kończyny fantomowej, co wydaje się ułatwiać kontrolę nad nią³²,
- koncentrując wzrok na odbiciu zdrowej kończyny w lustrze,



Zdjęcie 4 a-c

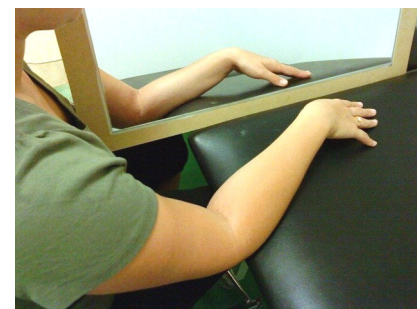
Dotykając zdrową kończyną lustra wywołuje odczucie dotykania nieistniejącej kończyny „fantomowej”, przez co odczucie istnienia utraconej kończyny wydaje się jeszcze bardziej realne
Touching the mirror with the healthy limb results in the sensation of touching the non-existent 'phantom' limb, through which the sensation of the existence of the lost limb appears all the more real

- dotykając kończyną lustra, co wywołuje odczucie dotykania kończyny „fantomowej” (odczucie istnienia utraconej kończyny wydaje się jeszcze bardziej realne) (Zdjęcie 4 a-c),
- wykonując czynny ruchy zdrową kończyną przed lustrem (Zdjęcie 5 i 6), starając się u niektórych chorych odblokować i uruchomić nieruchomą kończyną fantomową,



Zdjęcie 5

Wykonywanie ruchów kończyną dolną lewą (zdrową)
Carrying out movements with the lower left limb (healthy)



Zdjęcie 6

Wykonywanie ruchów kończyną górną prawą (zdrową)
Carrying out movements with the upper right limb (healthy)

- dotykając (Zdjęcie 7), masując (Zdjęcie 8) lub uciskając zdrową kończynę przed lustrem,
- przykładając лёд (np. coldpack) na zdrową obserwowaną kończynę, w sytuacji odczuwania palenia, czy gorąca w obrębie kończyny fantomowej,
- wykonując przed lustrem codzienne czynności zależnie od przyzwyczajzeń i potrzeb chorego; np. w przypadku amputacji na wysokości kończyny górnej, takie jak: pisanie, rysowanie, układanie przedmiotów, symulacja niezbędnych czynności w trakcie przygotowywania posiłku (krojenie, zagniatą-



Zdjęcie 7

Dotyknięcie zdrowej kończyny nieamputowanej zazwyczaj wywołuje odczucie dotyknięcia nieistniejącej amputowanej kończyny

Touching the healthy non-amputated limb results as a rule in the sensation of touching the non-existent amputated limb



Zdjęcie 8

Masaż zdrowej kończyny nieamputowanej zazwyczaj wywołuje odczucie «masyżu» kończyny amputowanej

Massage of the healthy non-amputated limb results as a rule a sense of massaging the amputated limb

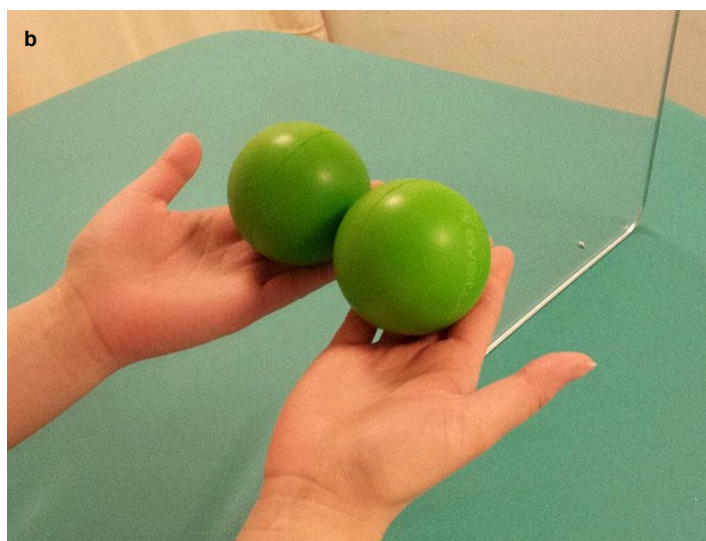
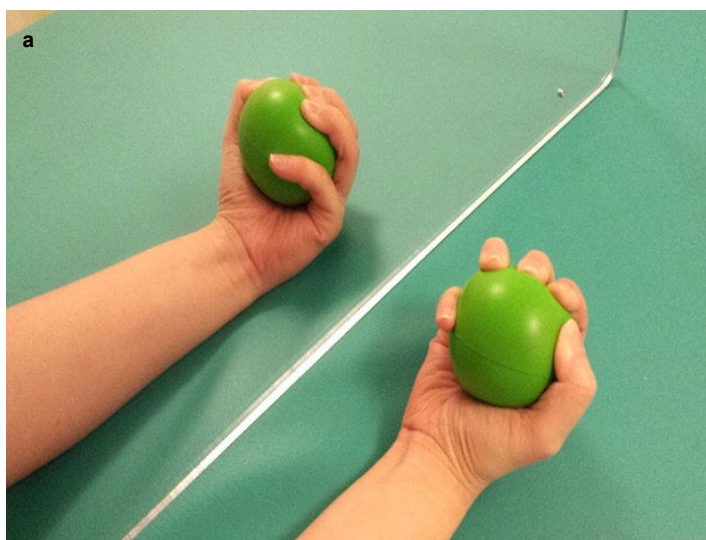
nie ciasta, wałkowanie), wycieranie lustra gąbką lub szmatką, itp., a w przypadku amputacji na wysokości kończyny dolnej: zakładanie/zdejmowanie skarpetki, zakładanie/zdejmowanie buta, dotykanie różnych przedmiotów stopą, symulacja jazdy na wrotkach/rolkach, czy deskorolce, zabawa z piłką (Zdjęcia 9 i 10 a i b) i innymi pomocami aktywności fizycznej (Zdjęcia 11 a-c, 12 a-c oraz 13), i wiele innych czynności w zależności od pomysłów terapeuty i upodobań chorego.

Kilkuletnie obserwacje i doświadczenia własne dotyczące metodologii terapii lustrzanej, zostały podparte najnowszymi doniesieniami z opracowania Hagenberg i Carpenter¹⁰⁹, w którym przedstawiono badania i analizę porównawczą wyników, przeprowadzone przy współpracy kilku niezależnych ośrodków stosujących terapię lustrzaną.



Zdjęcie 9

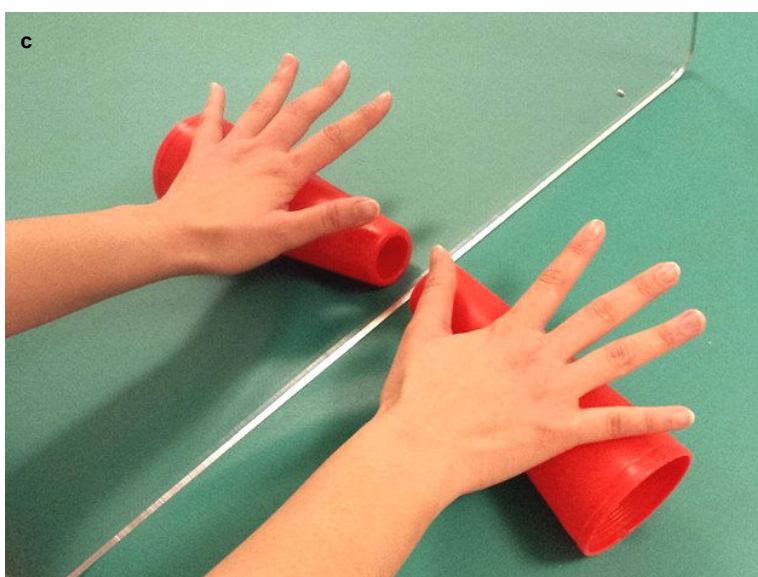
Ćwiczenia z piłką – chorego po amputacji prawej kończyny dolnej na wysokości uda
Exercises with a ball – a patient after amputation of the right lower limb at the thigh



Zdjęcie 10 a i b

Ćwiczenia z piłką – chorego po amputacji kończyny górnej lewej na wysokości przedramienia

Exercises with a ball – a patient after amputation of the left upper limb at the forearm



Zdjęcie 11 a-c
 Ćwiczenia z przedmiotem
 Exercises with an object

Jednak trudno jest porównywać efekty terapii lustrzanej prowadzonej w różnych ośrodkach, kiedy twórca metody – Ramachandran nie wprowadził ściśle obowiązującego protokołu terapii. W konsekwencji, każdy terapeuta stosujący terapię lustrzaną w swojej praktyce zawodowej, modyfikuje ją i prowadzi w indywidualny sposób zależny od swoich własnych doświadczeń.

Podczas seansu terapii lustrzanej, niekiedy obserwuje się:

- mimowolne poruszanie kikutu^{108,109},
- skurcze mięśni kikutu,
- grymasy na twarzy chorego wynikające z wysiłku związanego „z wykonywaniem” ruchów kończyny fantomowej (chorzy często mają wrażenie, że „napinanie przez nich mięśni” w obrębie kończyny fantomowej wiąże się z dużym wysiłkiem, nieproporcjonalnym do efektu realnego napinania mięśni w obrębie kończyny zdrowej),
- pocenie się,
- przemijające zawroty głowy.

Na zakończenie seansu, po odsunięciu lustra, niektórzy chorzy zgłaszają przemijające odczucie „zdjęcia czegoś w rodzaju skarpetki/pończochy wraz z bolesną kończyną fantomową” oraz przyjemne uczucie ulgi, odciążenia.

Efekty terapii lustrzanej u chorych po amputacjach kończyn

U jednych chorych obserwuje się natychmiastowy pozytywny efekt zastosowanej metody, już w trakcie pierwszego seansu i po jego zakończeniu, a u innych dopiero po kilku tygodniach codziennej terapii. Dobrze rokującym zwiastunem okazuje się „uruchomienie” „sparaliżowanego/zabetonowanego” fantomu już podczas pierwszego seansu (np. rozluźnienie „zaciśniętych do bólu” palców fantomowej kończyny).

Jednak w pojedynczych przypadkach, terapia nie przynosi oczekiwanych pozytywnych efektów, wywołując nasilenie bólu fantomowego (najczęściej u chorych amputowanych przed wieloma laty). Wydaje się, że chorzy po amputacji wykonanej dawno są mniej podatni na ćwiczenia z zastosowaniem terapii lustrzanej¹⁰⁹. W tej grupie chorych efekty prowadzonych ćwiczeń są mniej spektaku-

larne, co wskazywałoby na to, że stosowanie jej należy rozpocząć jak najszybciej po zabiegu operacyjnym. Z pewnością fakt ten zachęca do długoterminowych badań nad skutecznością terapii lustrzanej. Można przypuszczać, że u chorych, u których amputację wykonano wiele lat temu, już mają utrwalony nowy schemat ciała, być może mało podatny na reorganizację.

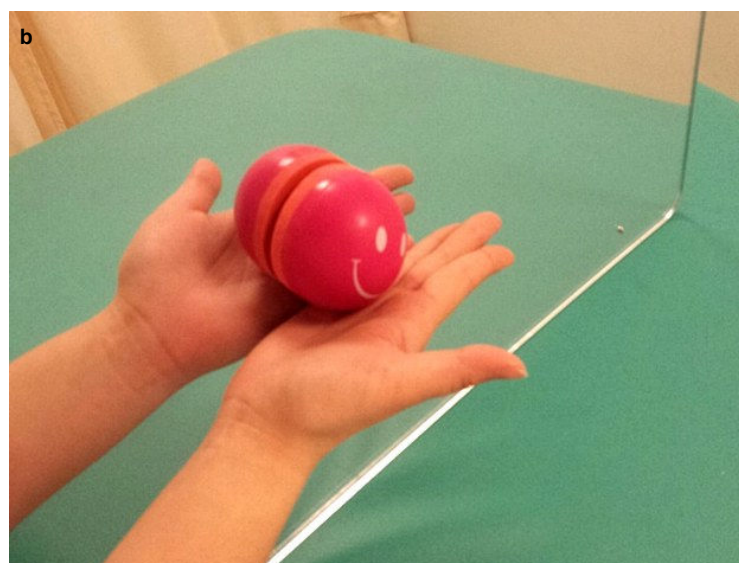
W sytuacji wyraźnie nasilającego się bólu fantomowego podczas kilku pierwszych seansów terapii lustrzanej, bez nawet chwilowego odczucia jego ustępowania w ich trakcie, bezcelowe wydaje się kontynuowanie tej formy terapii i powinno się ją przerwać, co potwierdzają doniesienia w literaturze¹⁰⁸.

Charakterystyka pozytywnego efektu terapii lustrzanej – obserwacje własne:

- „uruchomienie” kończyny fantomowej, prowadzące do jej zanikania,
- mniejsza częstotliwość występowania wrażeń fantomowych,
- krótszy czas trwania wrażeń fantomowych,
- niższa intensywność wrażeń fantomowych.

PODSUMOWANIE

Wrażenia fantomowe są wyjątkowo trudnym i nieprzewidywalnym następstwem amputacji kończyn. Ich leczenie ciągle wydaje się nie w pełni skuteczne. Zawodzą zarówno środki farmakologiczne, jak i medycyna fizykalna. W połowie lat dziewięćdziesiątych Villayanur Ramachandran odkrył, że ulgę w cierpieniu z powodu bólu fantomowego po amputacji kończyn może przynieść zastosowanie mentalnych technik terapii. Do dziś nie udało się całkowicie wyjaśnić wszystkich działających w mózgu procesów w trakcie stosowania terapii lustrzanej, jednak dotychczas wydaje się ona wyjątkowo skuteczną metodą terapeutyczną, poprawiającą jakość życia chorych po amputacji. Okazuje się, że wyjątkową cechą człowieka jest plastyczność mózgu. Dzięki niej, udaje się z dużym powodzeniem „amputować” kończynę fantomową za pomocą lustra³². Nie wiadomo jakie mogą być długoterminowe efekty terapii lustrzanej ale wiadomo, że wydaje się ona bardziej korzystna, kiedy zostaje wdrożona już



Zdjęcie 12 a-c

Ćwiczenia z połówką piłki pozwalające na stworzenie wrażenia-iluzji trzymania jednego przedmiotu w obydwóch rękach (prawej – zdrowej i lewej – fantomowej)
Exercises with a half of the ball allowing the creation of the illusion of holding one object in both hands (right hand – healthy and the left a phantom hand)



Zdjęcie 13

Ćwiczenia z dwiema połówkami piłki pozwalające na stworzenie wrażenia iluzji trzymania dwóch przedmiotów w obydwóch rękach (prawej – zdrowej i lewej – fantomowej)

Exercises with two halves of the ball allowing the creation of the illusion of holding two objects in both hands (right hand – healthy and the left a phantom hand)

w pierwszych dniach po amputacji kończyny. Jej zaletą z pewnością jest brak potrzeby stosowania specjalistycznego, kosztownego sprzętu. Wystarczy odpowiednie pomieszczenie i zwykłe lustro o określonym rozmiarze. Niewątpliwie równie ważną zaletą jest brak istotnych przeciwwskazań do jej wykonywania, a pojawiające się efekty uboczne w postaci zawrotów głowy i zmęczenia, zazwyczaj szybko ustępują.

Terapia lustrzana zasługuje na dużą uwagę w grupie technik neurorehabilitacji i z pewnością warto prowadzić dalsze badania naukowe w celu głębszego zrozumienia jej działania i dowiedzenia jej skuteczności na określonej grupie chorych po amputacji kończyn, czy ze schorzeniami neurologicznymi.

Piśmiennictwo / References

1. Ginies P., Kong A, Siou D., Colson P. Le moignon douloureux du membre inférieur. *Rhumatologie pratique*, 1996; 159: 5-6.
2. Xerri C. Plasticité des représentations somesthésiques et illusions perceptives: le paradoxe du membre fantôme. *Intellectica* 2003; 36-7: 67-87.
3. Giummarra M.J., Gibson S.J., Georgiou-Karistianis N., Bradshaw J.L. Central mechanisms in phantom limb perception: the past, present and future. *Brain Res Rev* 2007; 1: 219-32.
4. Jensen T.S., Krebs B., Nielsen J., Rasmussen P. Non-painful phantom limb phenomena in amputees: incidence, clinical characteristics and temporal course. *Acta Neurol Scand* 1984; 6: 407-14.

5. Borsje S., Bosmans J.C., Van der Schans C.P., Geertzen J.H.B., Dijkstra P.U. Phantom pain: A sensitivity analysis. *Disabil Rehabil*, 2004; 26 (14-15): 905-10.
6. Ehde D.M., Smith D.G. Chronic pain management. [W:] Smith D.G. Atlas of amputations and limb deficiencies. Surgical, prosthetic, and rehabilitation principles. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Wyd. 3, 2004; ss. 711-26.
7. Aydin M.D., Cesur M., Aydin N., Alici H.A. Disappearance of Phantom Limb Pain During Cauda Equina Compression by Spinal Meningioma and Gradual Reactivation After Decompression. *Anesth Analg* 2005; 101: 1123-6.
8. Murawska-Ciałowicz E., Pozowski A., Paprocka-Borowicz M. Leczenie doznań fantomowych i bólów fantomowych u pacjentów po amputacji kończyny dolnej. *Fizjoter Pol* 2005; 5(2): 169-73.
9. Bouhassira D., Attal N. Douleurs neuropathiques. *Arnette, Rueil Malmaison* 2007; 2-3: 60-4.
10. Schley M.T., Wilms P., Toepfner S., Schaller H-P., Schmelz M., Konrad C.J., i wsp. Painful and non-painful phantom and stump sensations in acute traumatic amputees. *J Trauma* 2008; 65: 858-64.
11. Graczyk M., Krajnik M., Malec-Milewska M. Ból fantomowy - wyzwanie terapeutyczne. *Med Paliat Prakt* 2010; (4)1: 66-73.
12. Sköld M.K., Svensson M., Tsao J., Hultgren T., Landegren T., Carlstedt T., i wsp. Use of mirror therapy for the treatment of phantom limb pain. Karolinska Institutet 200-year anniversary. Symposium on traumatic injuries in the nervous system: injuries to the spinal cord and peripheral nervous system – injuries and repair, pain problems, lesions to brachial plexus. *Front Neurol*. 2011; 2:29. doi: 10.3389/fneur.2011.00029..
13. Rousseaux M., Moustapha A., Daveluy W., Paquereau J., Kozłowski O. Bases neurophysiologiques de la thérapie par miroir. [W:] Codine P., Laffont I., Froger J. Imagerie mentale - Thérapie en miroir. Applications en rééducation. Sauramps Medical. Montpellier 2012; ss. 17-28.
14. Price J.B. Exploring the phantom phenomenon from a psychophysiological perspective. *J Prosthet Orthot*. 2005; 17(3): 87-95.
15. Melzack R., Wall P.D. Tajemnica bólu. Wydawnictwo WAM 2006.
16. Dobrogowski J., Zajączkowska R., Dutka J., Wordliczek J. Patofizjologia i klasyfikacja bólu. *Pol Prz Neurol* 2011; 7(1): 20-30.

17. Giraux P., Raffin E. Thérapie en miroir et membre fantôme chez l'amputé. [W:] Codine P., Laffont I., Froger J. Imagerie mentale - Thérapie en miroir. Applications en rééducation. Sauramps Medical, Montpellier 2012; ss. 107-13.
18. Mac Iver K., Lloyd D. Management of phantom limb pain. [W:] Murray C. Amputation, prosthesis use, and phantom limb pain. An interdisciplinary perspective. Springer Science + Business Media 2010; 11: ss. 157-73.
19. Foell J., Flor H. Phantom limb pain. [W:] Moore R.J. Handbook of pain and palliative care. Biobehavioral approaches for the life course. Springer 2012; ss. 417-30.
20. Wolff A., Vanduyhoven E., van Kleef M., Huygen F., Pope J.E., Mekhail N. Phantom pain. [W:] Zundert J.V., Patijn J., Hartrick C., Lataster A., Huygen F., Mekhail N., i wsp.: Evidence-Based Interventional Pain Medicine: according to clinical diagnoses. Wiley-Blackwell 2012; 21: ss. 160-167.
21. Sumitani M., Miyauchi S., Yozu A., Otake Y., Saitoh Y., Yamada Y. Phantom limb pain in the primary motor cortex: topical review. *J Anesth* 2010; 24: 337-341.
22. De Lorimier M. Sensation et douleurs fantômes. INFO-AQIPA, Spécial Colloque octobre 1999; 3(1): 11-14.
23. Merskey H., Bogduk N. (eds.). Task Force on Taxonomy of the International Association for the Study of Pain: Classification of Chronic Pain. Descriptions of Chronic Pain Syndromes and Definitions of Pain Terms. Second edition, Seattle, IASP Press 1994.
24. Hunter JP, Katz J, Davis KD. Stability of phantom limb phenomena after upper limb amputation: a longitudinal study. *Neuroscience* 2008; 4: 939-949.
25. Kern U., Busch V., Rockland M., Kohl M., Birklein F. Prevalence and risk factors of phantom limb pain and phantom limb sensations in Germany. A nationwide field survey. *Schmerz* 2009; 5: 479-88.
26. Vetrugno R., Alessandria M., D'Angelo R., Concetti A., Lopane G., Antelmi E., i wsp. 'Phantom' restless legs syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 2010; 81:122-3.
27. Sherman R.A., Sherman C.J. A comparison of phantom sensations among amputees whose amputations were of civilian and military origins. *Pain*. 1985; 21(1): 91-7.
28. Finnoff J.: Differentiation and treatment of phantom sensation, phantom pain, and residual-limb pain. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001; 91(1): 23-33.
29. Casale R., Alaa L., Mallick M., Ring H. Phantom limb related phenomena and their rehabilitation after lower limb amputation. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2009; 45: 559-66.
30. Goody W. Admiral Lord Nelson's Neurological Illnesses. *Proc Roy Soc Med* 1970; 63: 299-306.
31. Grim P. Body Image (Chapter 8) [W:] Grim P. Philosophy of Mind: Brains, Consciousness, and Thinking Machines. TTC lecture series "Philosophy of Mind". The Teaching Company 2008.
32. Melzack R. Phantom limbs. *Scientific American: Mysteries of the Mind*, 1992; 84-91.
33. Halligan P.W.: Phantom limbs: The body in mind. *Cogn Neuropsych*. 2002; 7(3): 251-69.
34. Nowakowski P. Fantom ciała jako cielesna samoświadomość. *Avant*. 2010: 225-46.
35. Strong J., Unruh A.M., Wright A., Baxter G.D. Ból. *Podręcznik dla Terapeutów*. DB Publishing, Warszawa 2008; s. 375.
36. Zajączkowska R. Ból po amputacji. *Ból* 2012; 13 (2): 1-5.
37. Haug M. Postamputation phantom limb pain – comes the solution into view ? *Zentralbl Chir* 2005; 130(1): 55-9.
38. Łuczak E., Szyszko P., Timler D., Wosiakowska D. Występowanie zespołu fantomowego oraz jego wpływ na usprawnianie i życie zawodowe pacjentów amputowanych w obrębie kończyny dolnej. *Kwart Ortop* 2011; 2: 177-87.
39. Pirowska A., Włoch T., Nowobilski R. Szybkie protezowanie i kompleksowa rehabilitacja po ampu-

- tacji kończyn dolnych – najważniejsze składniki postępowania fizjoterapeutycznego. *Rehabil Med*, 2006; 10(1): 15-28.
40. Chardon C., Desnoyers A., Gilardin G., Tritel J. La rééducation des personnes amputées. *Kinésithérapie Scientifique* 2010; 512: 25-31.
 41. Czarnicka M.S., Tylka J. Cechy osobowości a ocena i strategię radzenia sobie z bólem. *Ból* 2010; 11(1): 9-23.
 42. Fourneau M. La douleur: quelques données fondamentales. *Kinésithérapie, les annales*, Avril 2002; 4: 13-34.
 43. Baud P. Douleurs neuropathiques en pratique quotidienne. *John Libbey Eurotext*, Paris 2007
 44. Brasseur L. Traitement de la douleur. *Doin Editeurs-Paris* 2007: 19-24.
 45. Martinez V., Attal N., Bouhassira D., Lantéri-Minet M. Les douleurs neuropathiques chroniques: diagnostic, évaluation et traitement en médecine ambulatoire. *Recommandations pour la pratique clinique de la Société française d'étude et de traitement de la douleur. Douleurs* 2010; 11: 3-21.
 46. Solignac M. Douleurs neuropathiques. *Douleurs*. 2003; 2: 4.
 47. Nissenbaum J., Devor M., Seltzer Z., Gebauer M., Michaelis M., Tal M., i wsp. Susceptibility to chronic pain following nerve injury is genetically affected by CACNG2. *Genome Res* 2010; 20(9): 1180-90.
 48. Curelli A., Brouard M., Antoine P. Role des facteurs psychologiques dans les sensations et douleurs fantômes après amputation. *Douleurs*, 2007; 8,2: 65-72.
 49. De Roos C., Veenstra A.C., de Jongh A., den Hollander-Gijsman M.E., van der Wee N.J.A., Zitman F.G., i wsp. Treatment of chronic phantom limb pain using a trauma-focused psychological approach. *Pain Res Manage* 2010; 15(2): 65-71.
 50. Richardson C. Phantom limb pain; prevalence, mechanisms and associated factors. [W:] Murray C. *Amputation, prosthesis use, and phantom limb pain. An interdisciplinary perspective*. Springer Science + Business Media 2010; 10: ss. 137-56.
 51. Giummarra M.J., Moseley G.L. Phantom limb pain and bodily awareness: current concepts and future directions. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2011; 24: 524-31.
 52. Seidel S., Kasprian G., Furtner J., Schöpf V., Essmeister M., Sycha T., i wsp. Mirror therapy in lower limb amputees – a look beyond primary motor cortex reorganization. *Rofo*. 2011; 183(11): 1051-7.
 53. Guimelchain-Bonnet M. Le membre fantôme. *L'aide soignante*. Elsevier Masson, Février 2008; 94: 9-10.
 54. Ramachandran V.S., Blakeslee S. *Phantoms in the brain: probing the mysteries of the human mind*. Harper Collins Publishers Inc., New York 1998b.
 55. Ramachandran V.S., Hirstein W. The perception of phantom limbs. *Brain* 1998c, 121: 1603-30.
 56. Muller A. *Prevention des douleurs des membres fantômes*. Houde Magazine Medical 1999; 32: 10-17.
 57. André J.M., Paysant J., Martinet N., Beis J.M. Classification et mécanismes des perceptions et illusions corporelles des amputés. *Ann Readaptation Med Phys* 2001; 44: 13-8.
 58. Moseley G.L., Brugger P. Interdependence of movement and anatomy persists when amputees learn a physiologically impossible movement of their phantom limb. *PNAS* 2009; 106(44): 18798-802.
 59. Ingram J. *The burning house. Unlocking the mysteries of the brain*. Penguin Books Canada 1995.
 60. Melzack R., Israel R., Lacroix R., Schultz G. Phantom limbs in people with congenital limb deficiency or amputation in early childhood. *Brain* 1997; 120(9): 1603-20.
 61. Ramachandran V.S.: *The emerging mind*. Profile Books, 2003; s. 11.
 62. Pirowska A., Wloch T., Nowobilski R., Plaszewski M., Hocini A., Ménager D. Body scheme and phantom limb pain. A literature review. *Neurochirurgia Pol* 2014; 48(1): 52-9
 63. O'Neill K., de Paor A., MacLachlan M., McDarby G. An investigation into the performance of a virtual mirror box for the treatment of phantom limb pain in amputees using augmented reality technology. *Human-Computer-Interaction International 2003, Conference Proceedings*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. London 2003.
 64. Ramachandran V.S. *Le cerveau fait de l'esprit. Enquête sur les neurones miroirs*. Dunod, Paris 2011. (Tłumaczenie z oryginalu: Ramachandran V.S.: *The Tell-Tale Brain*. W.W. Norton & Company 2011).
 65. Dijkstra P.U., Geertzen J.H., Stewart R., Van der Schans C.P. Phantom pain and risk factors: a multivariate analysis. *J Pain Symptom Manage*, 2002; 24(6): 578-85.
 66. Hanley M.A., Jensen M.P., Smith D.G., Ehde D.M., Edwards W.T., Robinson L.R. Pre-amputation pain and acute pain predict chronic pain after lower extremity amputation. *J Pain* 2007; 2:102-9.
 67. Rouillet S., Nouette-Gaulain K., Brochet B., Sztark F. Douleur du membre fantôme: de la physiopathologie à la prévention. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, 2009; 28: 460-72.
 68. Nikolajsen L., Jensen T.S. Phantom limb pain. *British Journal of Anaesthesia*, 2001; 87(1): 107-16.
 69. Moura V.L., Faurot K.R., Gaylord S.A., Mann J.D., Sill M., Lynch C., i wsp. Mind – body interventions for treatment of phantom limb pain in persons with amputation. *Am J Phys Med Rehabil* 2012; 91: 701-14.
 70. Byrne K.P. Survey of phantom limb pain, phantom sensation and stump pain in Cambodian and New Zealand amputees. *Pain Med* 2011; 12(5): 794-8.
 71. Arena J.G., Sherman R.A., Bruno G.M., Smith J.D. The relationship between situational stress and phantom limb pain: cross-lagged correlational data from six month pain logs. *J Psychosom Res* 1990; 34: 71-7.
 72. Kim S.Y., Kim Y.Y. Mirror therapy for phantom limb pain. *Korean J Pain* 2012; 25(4): 272-4.
 73. Ramachandran V.S., Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 1996; 263: 377-86.
 74. Ramachandran V.S. Consciousness and body image: lessons from phantom limbs, Capgras syndrome and pain asymbolia. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 1998; 353(1377):1851-9.
 75. Ramachandran V.S., Rogers-Ramachandran D. Phantom limbs and neural plasticity. *Arch Neurol* 2000; 57: 317-20.
 76. Jackson M.A., Simpson K.H. Pain after amputation. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2004; 4(1): 20-3.
 77. Anderson- Barnes V.C., Mc Auliffe C., Swanberg K.M., Tsao J.W. Phantom limb pain - a phenomenon of proprioceptive memory? *Medical Hypotheses* 2009; 73: 555-8.
 78. Ramachandran V.S., Altschuler E.L. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain* 2009; 132: 1693-710.
 79. Hanling S.R., Wallace S.C., Hollenbeck K.J., Belnap B.D., Tulis M.R. Pre-amputation mirror therapy may prevent development of phantom limb pain: a case series. *Anesth Analg* 2010; 110(2): 611-4.
 80. Stoffel J.F., Mouton L. Douleurs fantômes, boîtemiroir et réalité virtuelle: une nouvelle approche pour le kinésithérapeute? *Rev Quest Sci* 2010; 181(3): 273-304.
 81. Lee F.H., Raja S.N. Medycyna komplementarna i alternatywna w bólu przewlekłym. *Ból* 2011; 12(2): 1-4 (Przedruk za: Lee F.H., Raja S.N. Complementary and alternative medicine in chronic pain. *Pain* 2011; 152: 28-30)
 82. Subedi B., Grossberg G.T. Phantom limb pain: mechanisms and treatment approaches. *Pain Research and Treatment* 2011: 1-8.
 83. Halbert J., Crotty M., Cameron I.D. Evidence for the optimal management of acute and chronic phantom pain: a systematic review. *Clin J Pain*, 2002; 18(2): 84-92.
 84. Mulvey M.R., Bagnall A.M., Johnson M.I., Marchant P.R. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for phantom pain and stump pain following amputation in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; 12(5) CD007264.
 85. Sautreuil P., Lassaux A., Thoumie P., Piquemal M., Missaoui B. Douleurs de névromes d'amputation et acupuncture. *Lett Med Phys Readapt* 2007; 23(4): 176-85.
 86. Mac Lachlan M., Mc Donald D., Waloch J. Mirror treatment of lower limb phantom pain: a case study. *Disability and Rehabilitation* 2004; 26(14-15): 901-4.
 87. Schenk F. Les émotions de la raison. *Revue européenne des sciences sociales* 2009; 47(144): 1-8.
 88. Murray C., Pettifer S., Howard T., Patchick E., Caillette F., Murray J. Virtual solutions to phantom problems: using immersive virtual reality to treat phantom limb pain. [W:] Murray C. *Amputation, prosthesis use, and phantom limb pain. An interdisciplinary perspective*. Springer Science + Business Media 2010; 12: ss. 175-96.
 89. Lamont K., Chin M., Kogan M. Mirror box therapy - seeing is believing. *Explore* 2011; 7(6): 369-72.
 90. Tominaga W., Matsubayashi J., Furuya M., Matsuhashi M., Mima T., Fukuyama H., i wsp. Asymmetric activation of the primary motor cortex during observation of a mirror reflection of a hand. *PLOS ONE* 2011; 6(11): 1-7.
 91. Wilcher D.G., Chernev I., Yan K. Combined mirror visual and auditory feedback therapy for upper limb phantom pain: a case report. *Journal of Medical Case Reports* 2011; 5(41): 1-5.
 92. Pirowska A. *La thérapie du miroir. Livre des Communications, 17e Congrès National Scientifique ISPO - Lyon - France 2012*: 98, 184.
 93. Miles D. Mirror therapy shows promise in amputee treatment. *Force Health Protection and Readiness*; spring 2008: 6-7.
 94. Rollot J. Soigner le membre fantôme? *Corps* 2006; 1(1): 107-10.
 95. Hachemi M., Foucault P. Algorithme de membre de l'amputé: thérapie par miroir. *Le Journal faxé du Neurologue*; Juin 2008.
 96. Ertelt D., Buccino G., Binkofski F. Od neuronów lustrzanych do neurorehabilitacji. 2008 [W:] Hamzei F. *Neurorehabilitacja oparta na dowodach naukowych*. Wyd pol pod red. Kinalski R. *MedPharm Polska*, Wrocław 2010; ss. 98-117.
 97. Rothgangel A.S., Braun S.M., Beurskens A.J., Seitz R.J., Wade D.T. The clinical aspects of mirror therapy in rehabilitation: a systematic review of the literature. *International Journal of Rehabilitation Research* 2011; 34(1): 1-13.
 98. Rizzolatti G., Sinigaglia C. *Les neurones miroirs*. Raffaello Cortina Editore, 2006.
 99. Beis J.M., Sauvée M., Mignard D., Le Chapelain L., Paysant J., André J.M. Miroir, image spéculaire et perspectives thérapeutiques en médecine physique et de réadaptation. *Rev Neuropsychol* 2010; 2(3): 244-8.
 100. Moustapha A., Rousseaux M. Place de la thérapie en miroir dans la négligence spatiale. [W:] Codine P., Laffont I., Froger J.: *Imagerie mentale - Thérapie en miroir. Applications en rééducation*. Sauramps Medical, Montpellier 2012; ss. 61-7.
 101. Moseley G.L. Graded motor imagery for pathologic pain. A randomized controlled trial. *Neurology* 2006; 67(12): 2129-34.
 102. Acerra N.E., Souvlis T., Moseley G.L. Stroke, complex regional pain syndrome and phantom limb pain: can commonalities direct future management? *J Rehabil Med* 2007; 39: 109-14.
 103. Codine P., Herisson C. Place de la thérapie en miroir dans la prise en charge des syndromes douloureux régionaux complexes. [W:] Codine P., Laffont I., Froger J.: *Imagerie mentale-Thérapie en miroir. Applications en rééducation*. Sauramps Medical, Montpellier 2012; 114-23.
 104. Moseley G.L., Galloway A., Spence C. Is mirror therapy all it is cracked up to be? Current evidence and future directions. *Pain* 2008; 138: 7-10.
 105. Chan B.L., Witt R., Charrow A.P., Magee A., Howard R., Pasquina P.F., i wsp. Mirror therapy for

- phantom limb pain. *N Engl J Med* 2007; 357: 2206-7.
106. Jeffrey S. Mirror therapy also effective against lower-limb phantom pain. 132nd Annual Meeting of the American Neurological Association: Abstract M-67. Presented Oct. 8, 2007.
107. Foell J., Bekrater-Bodmann R., Flor H., Cole J. Phantom limb pain after lower limb trauma: origins and treatments. *Int. J. Low Extrem. Wounds*. 2011 Dec; 10(4): 224-35.
108. McCabe C. Mirror visual feedback therapy. *J Hand Ther* 2011; 24: 170-9.
109. Hagenberg A., Carpenter C. Mirror visual feedback for phantom pain: international experience on modalities and adverse effects discussed by an expert panel: a Delphi study. *PM R*. 2014 Jan 9. pii: S1934-1482(14)00018-5. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.01.005

Address for correspondence

Adres do korespondencji

Dr Aneta Pirowska
Institut Robert Merle d'Aubigné
2 rue du Parc
94460 Valenton, France
e-mail: piran@op.pl