

# Zastosowanie wyobrażenia ruchowego w rehabilitacji osób po udarze mózgu

## *Application of motor imagery in rehabilitation of patients with a stroke*

Jagna Sobierajewicz

Pracownia Fizyki Widzenia i Optometrii, Wydział Fizyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

### Streszczenie

Wyobrażenie ruchowe jest jednym ze sposobów oddziaływania wspomagającego procesy uczenia się umiejętności motorycznych, które cieszy się coraz większą popularnością wśród osób zajmujących się fizjoterapią, rehabilitacją neuropsychologiczną, psychologią poznawczą czy sportem. Chociaż wyobrażenie motoryczne jest mniej skuteczne niż fizyczne wykonywanie ruchu, coraz częściej wykorzystywane jest jako komplementarna technika uczenia się motorycznego u osób, u których doszło do uszkodzenia kory mózgowej. Symulacja ruchowa umożliwia poprawę funkcji motorycznych zwłaszcza w sytuacji, kiedy fizyczne wykonywanie ruchu jest niemożliwe, trudne lub bolesne. Celem artykułu jest scharakteryzowanie tej metody jako terapii wspomagającej oraz wskazanie jej zastosowań w rehabilitacji neuropsychologicznej osób po udarze mózgu. (*Gerontol Pol 2017; 25; 197-201*)

**Słowa kluczowe:** wyobrażenie ruchowe, rehabilitacja neuropsychologiczna, udar

### Abstract

Motor imagery is one of the ways of a therapeutic interaction supporting processes of motor learning. It becomes increasingly popular among people involved in physiotherapy, neuropsychological rehabilitation, cognitive psychology and sport. Although motor imagery is less effective than the physical execution of a movement, it is more and more used as a complementary learning technique in the case of a cerebral cortex impairment. Motor imagery enables to practice motor function mainly in the case of exercises which are impossible to perform, difficult or painful. This article is aimed at characterizing this method as an adjunctive therapy, indicating its application in neuropsychological rehabilitation of patients after a stroke. (*Gerontol Pol 2017; 25; 297-201*)

**Key words:** motor imagery, neuropsychological rehabilitation, stroke

### Wprowadzenie

W ciągu ostatnich 20 lat, ilość badań dotyczących wyobrażenia ruchowego znacząco wzrosła. Wyobrażenie ruchowe cieszy się coraz większą popularnością ze względu na swoje zastosowanie w takich dziedzinach, jak: psychologia, fizjoterapia, rehabilitacja neuropsychologiczna, sport czy taniec. Tak szerokie zastosowanie wyobrażenia ruchowego wynika z faktu, że należy ono do tej samej kategorii procesów poznawczych co planowanie i przygotowywanie ruchu, obserwowanie ruchu czy fizyczne wykonywanie go [1]. Celem artykułu jest scharakteryzowanie tej metody oraz wskazanie jej zastosowanie w re-

habilitacji neuropsychologicznej osób po udarze mózgu. W tym celu najpierw zdefiniowano pojęcie wyobrażenia ruchowego, a następnie przedstawiono właściwości terapii neuropsychologicznej z zastosowaniem wyobrażenia ruchowego – kiedy należy rozpocząć trening mentalny, którzy pacjenci powinni korzystać z treningu mentalnego, jakie ograniczenia niesie ze sobą trening mentalny.

### Wyobrażenie ruchowe

Wyobrażenie mentalne może dotyczyć wszystkich naszych zmysłów, tj. smaku, węchu, wzroku, słuchu i do-

tyku [2]. Natomiast wyobrażanie ruchowe (inaczej nazywane również wyobrażaniem motorycznym lub symulacją ruchową) związane jest z wyobrażaniem sobie ruchu. Innymi słowy, chodzi o wywołanie „poczucia ruchu”. Definicja wyobrażania ruchowego odnosi się do aktywności poznawczej, podczas której dochodzi do mentalnej symulacji ruchu, bez jego fizycznego wykonania (tj. braku napięcia mięśniowego) [1,3]. Należy szczególnie odróżnić wyobrażanie motoryczne od wyobrażania wzrokowego [4,5]. Różnica ta wynika z faktu, że podczas wyobrażania motorycznego aktywowane są obszary mózgu odpowiedzialne za wykonanie ruchu, tj. kora przedruchowa, pierwszorzędowa kora ruchowa, dodatkowe pole ruchowe, czy kora przedczołowa. Natomiast w przypadku wyobrażania wzrokowego dochodzi do aktywacji obszarów kory potylicznej, które są związane z procesami przetwarzania wzrokowego. W konsekwencji, wyobrażanie wzrokowe związane jest z wygenerowaniem reprezentacji wzrokowych, podczas gdy w przypadku wyobrażania ruchowego dochodzi do mentalnej symulacji ruchowej – przykład wyobrażania wzrokowego: „Spróbuj wyobrazić sobie siebie sięgającego po kubek (widzisz swoją postać jak sięga po kubek”, przykład wyobrażania motorycznego: „Spróbuj wyobrazić sobie, że sięgasz po kubek” (zaczynasz wyobrażać sobie ruch swoich kończyn podczas sięgania po kubek).

Należy również podkreślić, że wyobrażanie ruchowe nie jest tożsame z hamowaniem ruchu [6], ponieważ podczas hamowania ruchu dochodzi do wstrzymania się od jakiegokolwiek aktywności motorycznej. Natomiast podczas wyobrażania ruchowego, dochodzi do symulacji wykonania danej czynności, jednak bez fizycznego napinania mięśni zaangażowanych w ten ruch. Mimo tego, że osoba fizycznie nie wykonuje żadnych ruchów, jej obszary mózgowie związane z wykonywaniem ruchu aktywują się.

Co więcej, ruch może być wyobrażany z dwóch perspektyw: z perspektywy trzecioosobowej (obserwując wykonywanie ruchu przez inną osobę) lub z perspektywy pierwszoosobowej (wyobrażając sobie wykonywanie ruchu przez siebie samego). Podczas wyobrażania ruchowego można sobie wyobrazić równocześnie dźwięk, dotyk czy fakturę dotykanych przedmiotów [7]. Zatem, w obrębie wyobrażania sobie jednej modalności (np. ruchu) można wyobrazić sobie również inne aspekty działania – ma to ogromne znaczenie podczas wdrażania *treningu mentalnego*, czyli zastosowania wyobrażania ruchowego podczas ćwiczenia lub uczenia się umiejętności motorycznych.

Zarówno dane behawioralne, jak i dane uzyskane z badań wykorzystujących techniki neuroobrazowania pokazują wspólne cechy wyobrażania ruchowego z fizycz-

nym wykonywaniem ruchu [6,8]. Obszary mózgu, które są odpowiedzialne za wykonywanie ruchu tj. pierwszorzędowa kora ruchowa, kora przedruchowa, dodatkowe pole ruchowe, czy kora ciemieniowa, aktywują się w podobny sposób (ale nie identyczny) podczas wyobrażania sobie ruchu [9-11]. Na przykład, udział pierwszorzędowej kory motorycznej w wyobrażaniu sobie ruchu jest wciąż uznawany za kontrowersyjny, ponieważ jest ona odpowiedzialna przede wszystkim za wykonywanie ruchów dowolnych ciała [12]. Kasses i wsp. sugerują, że dodatkowe pole ruchowe pełni istotną rolę podczas wyobrażania ruchowego, wysyłając informacje do pierwszorzędowej kory ruchowej o wstrzymaniu wykonania fizycznego ruchu [13]. Jednakże wiele badań wykazało aktywność tego obszaru podczas wyobrażania sobie ruchu [14,15], co sugeruje, że rola pierwszorzędowej kory ruchowej nie ogranicza się tylko do wykonywania ruchu, ale też innych procesów poznawczych, np. obserwowania go czy wyobrażania [16]. Oprócz podobnych mechanizmów mózgowych między wykonaniem i wyobrażaniem ruchu udowodniono, że oba te procesy wymagają podobnego czasu trwania oraz powodują podobne reakcje psychofizjologiczne, m.in. częstotliwość oddychania w obu przypadkach wzrasta proporcjonalnie do wysiłku potrzebnego do wykonania/wyobrażania danej czynności [17,18].

## Udar

Udar mózgu stanowi nagłe częściowe lub całkowite zakłócenie naczyniowej pracy mózgu, które trwa dłużej niż 24 godziny [19]. Wyróżnia się dwa rodzaje udaru: niedokrwienny i krwotoczny (inaczej nazywany też wylewem), oraz przejściowe napady niedokrwienne, których objawy ustępują w ciągu 24 godzin. Liczba osób dotkniętych udarem rośnie każdego roku, co niewątpliwie jest związane ze starzeniem się społeczeństw na całym świecie. Przyjmuje się, że około 500 000 osób rocznie będzie miało pierwszy lub kolejny udar [20].

Obraz kliniczny osoby po udarze zależy przede wszystkim od objętości oraz lokalizacji uszkodzenia tkanki mózgowej. Dlatego tak ważna jest diagnostyka w pierwszej dobie po udarze w celu ustalenia dalszego postępowania i rehabilitacji chorego. Symptomy, jakie mogą pojawić się na skutek udaru, to: afazja, agrafia, aleksja, niedowład połowiczny, dyzartria, zaniedbywanie stronne, zaburzenia wzrokowo-przestrzenne, deficyty poznawcze, depresja [21]. Bardzo często pojawia się również nieprawidłowe napięcie mięśniowe – w zależności od strony uszkodzenia tkanki mózgowej. Niedowład kończyny górnej jest jednym z najczęściej występującym efektem udaru oraz główną niepełnospraw-

nością pozostającą po udarze [20]. Dlatego programy rehabilitacyjne skierowane są głównie na maksymalne przywrócenie utraconych funkcji motorycznych przy uwzględnieniu potrzeb i możliwości pacjenta. Podczas fazy podostrej udaru (mniej niż rok od wystąpienia udaru) terapia skierowana jest na uczenie się i wykonywanie zadań dnia codziennego. Ernst zwraca uwagę, że jest to najlepszy czas na poprawę funkcji motorycznych, i to w tym czasie trening motoryczny (zarówno fizyczny, jak i mentalny) powinien być najbardziej intensywny [22]. Oprócz tradycyjnej fizjoterapii, coraz częściej specjaliści sięgają po trening mentalny, który stanowi komplementarną technikę do treningu fizycznego, ponieważ pozwala on zmaksymalizować ilość powtórzeń i ćwiczeń motorycznych [23].

### Trening mentalny

Celem terapii osoby po udarze jest przede wszystkim ułatwienie powrotu do samodzielnego funkcjonowania, czy nawet aktywności zawodowej. Zatem, rehabilitacja (zarówno neuropsychologiczna, jak i ruchowa) kierowana jest w celu odbudowy zaburzonych funkcji lub nauki kompensowania deficytów w celu adaptacji ich do codziennego życia. To, w jaki sposób wyobrażanie ruchowe może być wykorzystane w terapii zależy przede wszystkim od stanu psychofizycznego pacjenta<sup>1</sup>. Podkreśla się korzystny wpływ wyobrażania ruchowego w sytuacji, kiedy ćwiczenia są bardzo trudne, bolesne lub po prostu niemożliwe do wykonania [24]. Zatem, pacjenci mogą ćwiczyć mentalnie ruch, aby zapobiec zmianom, które mogą wynikać z całkowitego braku aktywności motorycznej. Nawet jeżeli pacjent jest zdolny poruszać kończyną, ale robi to niezgrabnie, zaleca się połączenie treningu fizycznego (korzystając z ćwiczeń wykorzystywanych w fizjoterapii) z treningiem mentalnym. Badania pokazują, że wykorzystanie tych dwóch rodzajów treningu może dawać lepsze rezultaty niż stosowanie tych technik samodzielnie [25].

Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu treningu mentalnego, terapeuta powinien upewnić się, że chory rozumie instrukcje słowne i nie ma poważnych trudności w koncentracji uwagi czy zapamiętywaniu. Są to aspekty zachowania, które mogą ograniczać trening mentalny i powodować, że może on się stać bezużyteczny i niezrozumiały dla chorego. Pacjent, który otrzyma czytelną instrukcję, w jaki sposób należy „ćwiczyć” mentalnie, może swobodnie wdrożyć taki trening w domu. Co wię-

cej, pacjent staje się w większym stopniu odpowiedzialny za leczenie, co niewątpliwie może wpływać na jego motywację w procesie leczenia [26]. Wynika to z faktu, że chory niejako sam może decydować kiedy i jak długo może, i chce ćwiczyć (oczywiście po konsultacji z lekarzem lub terapeutą). Jest to zgodne z założeniami, w których kładzie się nacisk na autonomię i niezależność pacjenta w procesie leczenia.

Badania pokazują, że wyobrażanie ruchowe poprawia szybkość i precyzję ruchu [27,28], siłę mięśniową [29,30] oraz przyspiesza regenerację funkcji motorycznych [31,32]. Nie bez przyczyny wyobrażanie ruchowe wykorzystywane jest przez profesjonalnych sportowców i amatorów. Wyniki badań wskazują, że osoby w wieku podeszłym również czerpią korzyści z treningu mentalnego. Na przykład, Fansler i wsp. wykazali większą poprawę w utrzymywaniu równowagi (zadanie polegało na stanie na jednej nodze) u kobiet, które łączyły trening fizyczny z treningiem mentalnym w porównaniu z grupą kobiet, która trenowała tylko fizycznie [26]. Badania, które koncentrowały się na rehabilitacji osób po udarze mózgu, wykazały, że trening mentalny dodany do treningu fizycznego wpływa korzystnie na funkcje ruchowe. Page i wsp. wykazali, że dodanie ćwiczeń mentalnych do fizycznego treningu podczas wykonywania zadań takich jak: sięganie i chwytanie kubka lub innego obiektu, przewracanie stron książki, właściwe użycie ołówka lub długopisu, ma korzystny wpływ na funkcje motoryczne ćwiczonej ręki [33]. Co więcej, badania Liu i wsp. pokazały, że wykorzystanie treningu mentalnego wspomaga również wykonywanie takich czynności, jak prace domowe, gotowanie czy robienie zakupów [34]. Zatem, dodanie treningu mentalnego do tradycyjnych metod terapii ma korzystny wpływ na przywracanie funkcji motorycznych osób po udarze [35,36].

Biorąc pod uwagę fakt, że wyobrażanie ruchowe i fizyczne wykonywanie ruchu angażują podobne wzorce aktywacji mózgu, zmiany patologiczne w ich obrębie powodują deficyty w obu tych procesach. Na przykład, pacjenci, u których doszło do uszkodzenia obszarów ciemieniowych mogą mieć osłabioną zdolność wyobrażania ruchowego, ponieważ mają trudność w przewidywaniu czasu wykonania mentalnie danego ruchu [37,38]. Należy także podkreślić, że nie tylko uszkodzenia korowe mogą prowadzić do deficytów ruchowych (wykonywanych fizycznie lub mentalnie), ale również zaburzenia połączeń neuronalnych w obrębie obszarów motorycznych mózgu [11].

<sup>1</sup> Należy podkreślić, że wyobrażanie ruchowe może odnosić się do każdej części ciała. I jest ono skuteczną metodą uczenia się motorycznego zarówno u osób, u których doszło do uszkodzenia kory mózgowej, jak i u osób zdrowych, którzy chcą poprawić swoje umiejętności motoryczne.

## Podsumowanie

Wyobrażanie ruchowe stanowi nieinwazyjną, komplementarną strategię uczenia się motorycznego dla fizycznego wykonywania ruchu. Trening mentalny umożliwia poprawę funkcji motorycznych po udarze, dzięki zmaksymalizowaniu ilości powtórzeń oraz swojej dostępności. Podczas symulacji ruchowej aktywują się obszary mózgu, które również są aktywne podczas fizycznego wykonania ruchu. W konsekwencji, symulacja ruchowa może przyczynić się do zmian naprawczych mózgu po-

przez wzmacnianie i tworzenie się połączeń w obrębie korowych okolic ruchowych odpowiedzialnych również za fizyczne wykonanie ruchu [36]. Tym niemniej, należy mieć na uwadze fakt, że wyobrażanie ruchowe nie jest tożsame z fizycznym ruchem.

## Źródła finansowania/Financial sources

Własne/Own

## Konflikt interesów/Conflict of interest

Brak/None

## Piśmiennictwo

1. Jeannerod M. Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*. 1995;33(11):1419-32.
2. Gregg MJ, Clark T. Theoretical and practical applications of mental imagery. *Eur Associate Conserv*. 2007;295-300.
3. Jeannerod M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*. 2001;14(11):103-9.
4. Kosslyn SM, Ganis G, Thompson WL. Neural foundations of imagery. *Nature Rev*. 2001;2(9):635-42.
5. Solodkin A, Hlustik P, Chen EE i wsp. Fine modulation in network activation during motor execution and motor imagery. *Cerebral Cortex*. 2004;14(11):1246-55.
6. Sobierajewicz J, Przekoracka-Krawczyk A, Jaśkowski W i wsp. The influence of motor imagery on the learning of a sequential motor skill. *Exp Brain Res*. 2016;235(1):305-20.
7. Braun S, Kleynen M, Schack T. Using mental practice in stroke rehabilitation: a framework. *Clin Rehab*. 2008;22(7):579-91.
8. Sobierajewicz J, Szarkiewicz S, Przekoracka-Krawczyk A i wsp. To What Extent Can Motor Imagery Replace Motor Execution While Learning a Fine Motor Skill. *Adv Cognitive Psychol*. 2016;12(4):179-92.
9. Geradin E, Sirigu A, Lehericy S i wsp. Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. *Cerebral Cortex*. 2000;10(11):1093-104.
10. Xu L, Zhang H, Hui M i wsp. Motor execution and motor imagery: A comparison of functional connectivity patterns basen on graph theory. *Neuroscience*. 2014;261(7):184-94.
11. Dechent P, Merboldt K, Frahm J. Is the human primary motor cortex involved in motor imagery? *Cognitive Brain Res*. 2004;19(2):138-44.
12. Nolte J. *Mózg człowieka. Anatomia czynnościowa mózgowia*. Tom 2. Wrocław: Elsevier Urban & Partner; 2011.
13. Kasses C, Windischberger C, Cunnington R i wsp. The suppressive influence of SMA on M1 in motor imagery revealed by fMRI and dynamic causal modeling. *NeuroImage*. 2008;40(2):828-37.
14. Leonardo M, Fieldman J, Sadato N i wsp. A functional magnetic resonance imaging study of cortical regions associated with motor task execution and motor ideation in humans. *Human Brain Mapping*. 1995;3(2):83-92.
15. Porro CAP, Francescato MP, Cettolo V i wsp. Primary Motor and Sensory Cortex Activation during Motor Performance and Motor Imagery: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *J Neurosci*. 1996;16(23):7688-98.
16. Sanes J, Donoghue J. Plasticity and primary motor cortex. *Ann Rev Neurosci*. 2000;23(1):393-415.
17. Decety J, Jeannerod M, Germain M i wsp. Vegetative response during imagined movement is proportional to mental effort. *Behav Brain Res*. 1991;42(1):1-5.
18. Fusi S, Cutuli D, Valente MR i wsp. Cardioventilatory responses during real or imagined walking at low speed. *Arch Ital Biol*. 2005;143(3-4):223-8.
19. Mazur R, Świerkocka-Miastkowska M. Udar mózgu — pierwsze objawy. *Choroby Serca i Naczyń*. 2005;2(2):84-7.



20. Page SJ, Levine P, Sisto SA i wsp. Mental Practice Combined With Physical Practice for Upper-Limb Motor Deficit in Subacute Stroke. *Phys Ther.* 2001;81(8):1455-62.
21. Stevens J, Stoykoy M. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Physic Med Rehab.* 2003;84(7):1090-2.
22. Ernst E. A review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke.* 1990;21(7):1081-5.
23. Tangwiriyasakul C, Mocioiu V, van Putten M i wsp. Classification of motor imagery performance in acute stroke. *J Neural Engin.* 2014;11(3):1-9.
24. Warner L, McNeill ME. Mental imagery and its potential for physical therapy. *Phys Ther.* 2013;68(4):516-21.
25. Allami N, Paulignan Y, Brovelli A i wsp. Visuo-motor learning with combination of different rates of motor imagery and physical practice. *Exp Brain Res.* 2008;184(1):105-13.
26. Fansler CL, Poff CL, Shepard KF. Effects of mental practice on balance in elderly women. *Phys Ther.* 1985;65(9):1332-8.
27. Pascual-Leone A, Nguyet D, Cohen LG i wsp. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J Neurophysiol.* 1995;74(3):1037-45.
28. Gentili R, Han CE, Schweighofer N i wsp. Motor learning without doing: trial-by-trial improvement in motor performance during mental training. *J Neurophysiol.* 2010;104(2):774-83.
29. Lebon F, Collet C, Guillot A. Benefits of motor imagery training on muscle strength. *J Strength Condition Res.* 2010;24(6):1680-7.
30. Ranganathan VK, Siemionow V, Liu JZ i wsp. From mental power to muscle power – gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia.* 2004;42(7):944-56.
31. Lee G, Song C, Lee Y i wsp. Effects of motor imagery training on gait ability of patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci.* 2001;23(2):197-200.
32. Cho H, Kim J, Lee G. Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2013;27(8):675-80.
33. Page SJ, Levine P, Sisto S i wsp. A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clin Rehab.* 2001;15(3):233-40.
34. Liu K, Chan C, Lee T i wsp. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke. *Arch Physic Med Rehab.* 2004;85(9):1403-8.
35. Machado S, Lattari E, Paes F i wsp. Mental practice combined with motor rehabilitation to treat upper limb hemiparesis of post-stroke patients: clinical and experimental evidence. *Clin Pract Epidemiol Mental Health.* 2016;12:9-13.
36. Carrasco DG, Cantalapedra JA. Effectiveness of motor imagery or mental practice in functional recovery after stroke: a systematic review. *Neurología.* 2016;31(1):43-52.
37. Lotze M, Halsband U. Motor imagery. *J Physiol. (Paris).* 2006;99(4-6):386-95.
38. Lopes Abbas A, Lucas MF, Teixeira S i wsp. Motor imagery and stroke neurorehabilitation: an overview of basic concepts and therapeutic effects. *Am J Neurosci.* 2011;2(2):59-64.