

Stanisław Nowak, Wojciech Nowak

Zakład Chorób Układu Nerwowego

Instytutu Kształcenia Medycznego Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach

Kierownik: prof. dr hab. n. med. S. Nowak

Dyrektor: prof. dr hab. W. Dutkiewicz

NEUROREHABILITACJA. PSYCHONEUROREHABILITACJA**STRESZCZENIE**

Autor przedstawia aspekty teoretyczne (neuroplastyczność mózgu) oraz kliniczne neurorehabilitacji i psychoneurorehabilitacji.

Słowa kluczowe: neuroplastyczność, neurorehabilitacja, psychoneurorehabilitacja.

SUMMARY

The author presents the theoretical aspects of neural plasticity of brain, and clinical aspects of neuro- and psychoneurorehabilitation.

Key words: neural plasticity, neurorehabilitation, psychoneurorehabilitation.

Rehabilitacja neurologiczna (neurorehabilitacja) zajmuje się chorymi z uszkodzeniami ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego. Wprowadzony termin psychoneurorehabilitacja jest pojęciem szerszym, obejmującym również oddziaływanie całego zespołu, w tym psychologa i psychiatry na psychikę chorego [1]. Takich przypadków również w młodszych przedziałach wieku przybywa, do czego przyczynia się wzrost urazów czaszkowo-mózgowych z różnorodnymi następstwami neurologicznymi i psychiatrycznymi, powikłań naczyniowych, chorób zwyrodnieniowych, demielinizacyjnych, procesów uciskowych, w tym nowotworowych oraz neurotoksycznych, łącznie z uzależnieniami chorób układowych z powikłaniami neuropsychiatrycznymi, metabolicznymi, endokrynologicznymi, związanych z niekorzystnym działaniem przewlekłego stresu (stresora) lub z zespołem przewlekłego zmęczenia włącznie [1].

Neuroplastyczność mózgu pozwala na tworzenie się nowych, zastępczych obszarów czynnościowych, umożliwiających przejmowanie w całości lub części uszkodzonych obszarów. W miejscu uszkodzenia zmienia się gęstość połączeń neuronalnych, a w obszarze sąsiednim, na zasadzie kompensacyjnej reorganizacji, powstają nowe, zastępcze systemy wieloneuronalne, tworzące podstawy „regeneracji czynnościowej”. Samousprawnianie może wywoływać te niezwykle korzystne z punktu widzenia klinicznego zjawiska lub je nasilać, jeśli się już roz-

poczęły. Jest to typ neuroplastyczności adaptacyjnej, na którą wpływają czynniki specyficzne, takie jak: adrenalina, amfetamina, bodźce ruchowe i czuciowe (usprawnianie) jako działania zewnętrzne, łącznie ze zdolnością skupiania i oddziaływania uwagi. Do czynników niespecyficznych zaliczane są działania środowiskowe i behawioralne, znacząco wpływające na modyfikację systemów wieloneuronalnych poprzez zwiększanie liczby rozgałęzień dendrytycznych, zagęszczając równocześnie obszary synaptyczne. Wszystkie te mechanizmy wymagają symetrycznej stymulacji, bowiem w innym przypadku mogą tworzyć lub uaktywniać niewłaściwe połączenia sieci neuronalnej, zaburzając dodatkowo i tak niesprawne przewodzenie bodźców w uszkodzonych obszarach mózgu, zgodnie z zasadą Hebba [2].

Stymulowanie obwodowych systemów neuronalnych poprzez rehabilitację wpływa korzystnie na proces neuroplastyczności ośrodkowego układu nerwowego, a tym samym i na poprawę stanu klinicznego. Taki proces potwierdzono przez czaszkową stymulacją magnetyczną (TMS), która wykazała nie tylko zwiększenie pobudliwości uszkodzonego obszaru, ale także dyslokację ogniska korowego do obszarów przyległych do uszkodzenia, przejmujących zastępczo nową funkcję. Zjawisko to obserwowano po dwutygodniowym usprawnianiu kończyny niesprawnej, przy unieruchomieniu zdrowej, nawet u chorych w kilkanaście lat po przebytym udarze mózgu [3, 4]. Zjawiska tego nie potwierdziły niektóre badania na zwierzętach.

Magnetoencefalografia u ludzi wykazała dyslokację obszaru reprezentacji korowej kończyny górnej w zespołach fantomowych, z aktywowaniem ogniska przez bodźce czuciowe z twarzy [5]. Zastosowanie tzw. systemu luster weneckich pozwoliło, w oparciu o mechanizm wzrokowego sprzężenia zwrotnego, zlikwidować czuciowe obszary bólowe odczuwane przez chorego z amputowanej kończyny (zespół fantomu). Bodziec przemieszcza się wówczas z okolicy wzrokowej kory potylicznej do ruchowo-czuciowej, dając sygnał do zniesienia „skurczu”, a tym samym bólu, nieistniejącej kończyny.

Po operacjach neurochirurgicznych z usunięciem niektórych obszarów mózgu, może mieć miejsce wytwarzanie się ognisk zastępczych, nawet w odległości kilku centymetrów od miejsca uszkodzenia. W doświadczeniach na zwierzętach stymulowanie bodźcami wzrokowymi kory somatosensorycznej przekształcało ją funkcjonalnie także w korę wzrokową. Szeroko rozumiane działanie czynników zewnętrznych wpływa na adaptację i zmianę czynności niektórych ośrodków mózgu [4, wg 6]. Przykładem są także osoby niewidzące od urodzenia, u których poszerza się zakres funkcjonowania kory wzrokowej o wspomaganie słuchu oraz zdolności czytania metodą Braille’a.

Zjawisko neurogenezy ma istotne znaczenie głównie w uszkodzonym mózgu [4, 7, 8, 9, 10] i dotyczy szczególnie hipokampa, zakrętu zębatego, okolicy przykomorowej, opuszki węchowej. Nieco inaczej wygląda regeneracja w uszkodzeniach rdzenia kręgowego, gdzie dochodzi do odrostu uszkodzonych włókien osio-

wych (aksonów) z możliwością ich dyslokacji w miejscach uszkodzenia i podejmowania określonych czynności. Jest także możliwe przejmowanie funkcji uszkodzonej półkuli mózgu przez półkulę przeciwstronną, przynajmniej w pewnym zakresie i w określonym czasie. Regenerowanie właściwego ośrodka w uszkodzonej półkuli, np. mowy, daje lepsze rezultaty kliniczne, ale jest to zjawisko osobnicze.

Monakow [wg 11] opisał zjawisko diaschizy, polegające na gwałtownym zniesieniu funkcji pewnych obszarów mózgu, będących następstwem uszkodzenia odległych ośrodków, z którymi istnieje anatomiczne i czynnościowe połączenie. Niektórzy przypuszczają, że może to być zaplanowana „reakcja ochronna”, osłaniająca przed uszkodzeniem główne ośrodki mózgowe. Efektem diaschizy są określone zespoły kliniczne, takie jak: niedowłady spastyczne, ruchy mimowolne, niedowłady typu wiotkiego, zaburzenia mowy, otępienie.

Każde rozległe uszkodzenie mózgu, w tym i naczyniowe, powoduje zaburzenia homeostazy wewnętrznej, mechanizmu sprzężenia zwrotnego, zaburzenia neurohormonalne i metaboliczne w różnych strukturach mózgu [12], np. we wzgórzu i kojarzeniowych obszarach wzrokowych, a nieraz działanie to jest „pancerebralne” [1]. Zmiany te utrzymują się długo od czasu zadziałania czynnika szkodliwego (urazu, udaru). Jak wcześniej wspomniano, neurorehabilitacja jest czynnikiem wspomagającym procesy regeneracji układu nerwowego, a tym samym i poprawy stanu klinicznego.

Mechanizm rzadko się zdarzającej samoistnej poprawy stanu zdrowia polega głównie na wytwarzaniu się nowych połączeń wieloneuronalnych oraz na wymuszonym przeciążeniu istniejących neuronów. Zjawisko to ma oczywiście określone granice wydolności. Przyjmuje się [13] istnienie zjawisk naprawczych, zwanych restytucją i kompensacją. W pierwszym przypadku ma dochodzić do wzmożenia neuroplastyczności uszkodzonego obszaru mózgu i poprawy klinicznej, w drugim konieczne jest wspomaganie przez inny układ kompensacyjny, wpływający korzystnie na odległe obszary uszkodzeń, co znajduje odzwierciedlenie w niektórych procesach chorobowych, w tym zwyrodnieniowych.

Stwierdzono również [14], że czynnikiem umożliwiającym i nasilającym neuroplastyczność mózgu jest wzmożona uwaga, zlokalizowana głównie w korowych obszarach przedczołowych, skroniowych i ciemieniowych, co potwierdziły badania z zastosowaniem stymulacji magnetycznej przez czaszkę. Poprzez ćwiczenia uwagi, nawet bez stosowania EEG i komputera, można poprawić nie tylko czynności ruchowe i czuciowe, ale także zakres funkcji poznawczych. Sądzymy, że poza wyobrażaniem procesu ruchowego, stanu skupienia, koncentracji uwagi itp., można by przedstawiać pacjentowi obrazy lub filmy z tego typu prawidłowymi czynnościami, łącznie z programem poprawy funkcji poznawczych, jako wzór do naśladowania i odtwarzania, aż do czasu utrwalenia zjawiska w engramie mózgu.

Rola neuroprzekazników w neuroplastyczności jest duża, chociaż jeszcze nie do końca poznana. Ważne jest stwierdzenie, że neuroprzekazniki mogą współdziałać, jak np. acetylocholina zwiększająca przewodnictwo synaptyczne nie tylko we

własnych, ale i innych obwodach neuronalnych. Różnorodne substancje, w tym leki, modulować mogą funkcje neuroprzekaźników w sposób korzystny lub niekorzystny, rzutując na wyniki terapii.

Neuroplastyczność jest w pewnym stopniu uzależniona od wieku, intelektu oraz wykształcenia. U dzieci procesy naprawcze mózgu są najszybsze i największe, obejmujące półkulę uszkodzoną i zdrową, przejmującą w dużym stopniu czynności półkuli uszkodzonej, łącznie z funkcją ruchową wszystkich kończyn. Istnieje tzw. rezerwa poznawcza mózgu, w dużym stopniu zależna, poza cechami osobniczymi, od stopnia inteligencji i wykształcenia, co ma olbrzymie znaczenie w zdolnościach naprawczych (neuroplastyczności) mózgu, a tym samym i poprawy stanu klinicznego chorego. Intelekt i rodzaj wykształcenia, poza wiekiem, mogą wpływać także na wystąpienie objawów otępiennych, w tym i choroby Alzheimera.

Z upływem lat spada liczba komórek nerwowych, systemów neuronalnych i receptorów zapewniających funkcjonowanie mózgu, łącznie ze zdolnościami poznawczymi. Jest to również proces osobniczy, dzieje ludzkości dają bowiem przykłady powstawania dzieł genialnych także w późnych latach życia. Znane jest od dawna powiedzenie, że ćwiczenie pamięci, intelektu na co dzień ma duże znaczenie nie tylko w normalnym funkcjonowaniu, ale także w procesach reparacyjnych (neuroplastyczności) uszkodzonego mózgu. Jest nawet teoria przyjmująca możliwość powstawania „lustrzanych neuronów” w przypadku próby rozszyfrowywania treści cudzych myśli.

Neurorehabilitacja i psychoneurorehabilitacja podlegają ogólnym wymogom stosowanym w rehabilitacji, tj. zespołowemu, wczesnemu i ciągłemu działaniu, mającym na celu poprawę stanu klinicznego chorego, wraz z jego stanem psychicznym oraz uwzględnieniem przygotowania go do egzystencji rodzinnej, zawodowej i społecznej. Dla osiągnięcia powyższych zadań konieczne jest rozeznanie: warunków życia chorego, jego statusu materialnego, gdzie i jak mieszka (miasto, wieś), a także ocena możliwości pomocy innych osób każdego dnia, ewentualnego transportu na konsultację, imprezy kulturalne itp. Te pozornie sloganowe zalecenia mają duże znaczenie w całości usprawniania chorego oraz upewnieniu go w przekonaniu, że zespół prowadzący neurorehabilitację jest kompetentny, opiekuńczy i godny zaufania [1]. Po etapie usprawniania medycznego, jeśli jest to zasadne, wdraża się także kompleksową neurehabilitację zawodową, z uwzględnieniem możliwości doszkalania zawodowego, pomoc w znalezieniu zatrudnienia (wraz z placówkami lokalnego samorządu i urzędu pracy), dostosowanie do stanowiska pracy, z podbudową psychologiczną oraz upewnieniem się, czy podopieczny ma możliwości stałej opieki socjalnej w miejscu zamieszkania [15].

W skład zespołu neurorehabilitacji i psychoneurorehabilitacji winni wchodzić: specjalista neurolog jako odpowiadający za całość postępowania, lekarze konsultanci (internista, kardiolog, psychiatra, neurochirurg, ortopeda, radiolog, reumatolog, urolog itp. zależnie od potrzeb), fizjoterapeuci, psycholog, pielęgniarki, terapeuta zajęciowy, pracownik socjalny, przedstawiciel rodziny, opieki społecz-

nej, w razie potrzeby duchowny. Podopieczny nie może na co dzień odczuwać dyskomfortu terapeutycznego, np. z powodów finansowych, może to bowiem rzutować w sposób zasadniczy na jego stan zdrowia [1].

Zasady funkcjonowania zespołu neurorehabilitacyjnego mogą mieć charakter interdyscyplinarny, kiedy to różni specjaliści współpracują ze sobą na bieżąco, multidyscyplinarny, gdzie mechanizm jest podobny, ale z możliwością okresowej akcentacji swojej specjalności, i tradycyjny, transdyscyplinarny, gdzie opiekę nad pacjentem sprawuje równocześnie kilku specjalistów działających równolegle [16]. Wszystkie te poczynania mają znaczący wpływ na jakość życia chorych z uszkodzeniami układu nerwowego [17].

Postępowanie usprawniające neurorehabilitacyjne i psychoneurorehabilitacyjne ma nie tylko duże znaczenie kliniczne, ale także i socjoekonomiczne, bo pozwala na prowadzenie oszczędnej farmakoterapii, ograniczenie liczby inwalidów oraz powrót do pracy znacznego odsetka chorych, wpływając tym samym na ważny problem społeczny, jakim jest bezrobocie. Jest to również dziedzina rozwojowa. Istnieją organizacje międzynarodowe i krajowe zrzeszające członków neurorehabilitacji, a Unia Europejska kładzie szczególny nacisk na możliwości rozwojowe tej dziedziny medycyny.

Na koniec podajemy objaśnienia terminów: uszkodzenia, niepełnosprawności i upośledzenia, zaleconych w 1980 r. [18–20] przez Światową Organizację Zdrowia (WHO):

- uszkodzenie dotyczące zdrowia obejmuje obszary strukturalne łącznie z wadami budowy organizmu, zaburzeniami czynnościowymi oraz dysfunkcją stanu psychicznego,
- niepełnosprawność, także w rozumieniu zdrowia, jest określana jako ograniczenie lub brak możliwości wykonywania normalnych funkcji życiowych, jako następstwo doznanych uszkodzeń,
- upośledzenie określa się jako wadę będącą następstwem uszkodzenia lub niepełnosprawności, powodującej ograniczenie lub uniemożliwienie funkcjonowania danej osoby, z dodatkową zależnością od wieku, płci, uwarunkowań społecznych i kulturowych.

PISMIENNICTWO

- [1] Nowak S.: Neurorehabilitacja. Psychoneurorehabilitacja. W: Cierpienie i nadzieja. Wyd. Nowy Świat. Warszawa 2003: 157–159.
- [2] Hebb D. O.: The organization of behaviour: A neuropsychological theory. Wiley, New York 1949.
- [3] Liepert J., Miltner W. H., Bauder H., Sommer M. i wsp.: Motor cortex plasticity during constraint – induced movement therapy in stroke patients. *Neurosci. Lett.* 1998; 250: 5–8.

- [4] Pogorzelski R., Drozdowski W.: Neuroplastyczność – współczesne koncepcje i czynniki modulujące. *Aktualności Neurologiczne* 2001; T. 1: nr 2: 139–145.
- [5] Ramachandran V. S., Rogers-Ramachandran D.: Phantom limbs and neural plasticity. *Arch. Neurol.* 2000; 57: 517–520.
- [6] Skoyeles J. R.: Evolution's „missing link” a hypothesis upon neural plasticity, prefrontal working memory and the origins of modern cognition. *Med. Hypotheses* 1997; 48: 499–501.
- [7] Goldman S., Plum E.: Compensatory regeneration of the damaged adult human brain: neuroplasticity in a clinical perspective. *Adv. Neurol.* 1997; 75: 99–107.
- [8] Gage F. H., Kempermann G., Palmer T. D., Peterson D. A. i wsp.: Multipotent progenitor cells in the adult dentate gyrus. *J. Neurobiol.* 1998; 36: 249–266.
- [9] Eriksson P. S., Perfilieva E., Bjork-Eriksson T., Alborn A. M. i wsp.: Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine* 1998; 4: 1513–1517.
- [10] Kempermann G., Brandon E. P., Gage F. H.: Environmental stimulation of 129/Sv1 mice causes increased cell proliferation and neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Current Biology* 1998; 13: 939–942.
- [11] Pietrzykowski J., Chmielowski K., Skrzyński S., Podgórski J. K.: Fenomen diaschizy. Skrzyżowana diaschiza mózdkowo-mózgowa. *Neur. Neurochir. Pol.* 1997; 31(6): 1207–1215.
- [12] Seitz R. J., Azari N. P., Knorr U., Binkofski F., Herczeg H. i wsp.: The role of diaschisis in stroke recovery. *Stroke* 1999; 30: 1844–1850.
- [13] Robertson I. H., Murre J. M.: Rehabilitation of brain damage: Brain plasticity and principles of guided recovery. *Psychol. Bulletin.* 1999; 125: 544–575.
- [14] Pascual-Leone A., Dang N., Cohen L. G., Brasilneto J. P. i wsp.: Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J. Neurophysiol.* 1995; 74: 1037–1045.
- [15] Dega W., Milanowska K.: *Rehabilitacja medyczna*. PZWL. Warszawa 1994.
- [16] Laidler P.: *Rehabilitacja po udarze mózgu*. PZWL. Warszawa 2000.
- [17] Nowak E., Nowak P., Zawadzka B., Pyk M., Nowak-Szymańska M.: Jakość życia chorych neurologicznie. *Studia Medyczne Akademii Świętokrzyskiej* 2003; 1: 95–99.
- [18] Good D. C., Couch J. R. (eds.): *Handbook of neurorehabilitation*. New York: Marcel Dekker 1994.
- [19] Selzer M. E.: Neurological rehabilitation. *Ann. Neurol.* 1992; 32: 695–699.
- [20] Lennihan L., Seliger G. M.: *Rehabilitacja neurologiczna*. W: *Neurologia Merrita*, pod red. L. P. Rowlanda. Wyd. 1 polskie pod red. H. Kwiecińskiego i A. Kamińskiej. Wyd. Med. Urban & Partner. Wrocław 2004: 965–967.