

Dorota Mroczkowska^{1,2}, Szymon Tyras³

¹Katedra Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu, Collegium Medicum, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

²Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie

³Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Zastosowanie EEG-Neurofeedback w rehabilitacji zaburzeń mowy u pacjentów poudarowych

The use of EEG-Neurofeedback in rehabilitation for speech disorders in patients after stroke

Abstract

Introduction: Ischemic stroke is one of the leading causes of cognitive disability, including speech disorders. EEG-Neurofeedback is one of the newest method in treatment of people after stroke.

Material and methods: Altogether 58 patients after ischemic stroke were qualified for the study, divided into groups of experimental (n = 40) and control (n = 18). Neuropsychological therapy were used as rehabilitation method for all patients. The study group patients received additionally EEG-NFB therapy, conducted in a cycle of 15 sessions. Verbal fluency test was used to assessed therapy effectiveness in speech disorders rehabilitation.

Results: The test results confirmed the thesis that the EEG-NFB training and neuropsychological therapy conducted together improve verbal fluency in adults after stroke and that they are more effective in this subject than the neuropsychological therapy used separately. It was also confirmed that the initial level of verbal fluency in stroke survivors has no significant influence on the effectiveness of EEG-NFB therapy.

Conclusions: In regard to cognitive rehabilitation, EEG-NFB appears to hold great promise for the rehabilitation of speech in stroke patients.

Psychiatry 2018; 15, 4: 199–205

Key words: stroke, neurofeedback, verbal fluency disorders, cognitive functions

Wstęp

Udary mózgu są jedną z najczęstszych przyczyn śmierci na świecie. Każdego roku umiera z tego powodu ponad 6,5 miliona ludzi, a 25 milionów jest niepełnosprawnych z powodu jego skutków. W związku ze starzeniem się społeczeństwa, poprawą jakości opieki medycznej i zwiększonym udziałem modyfikowalnych czynników ryzyka w populacji szacuje się, że liczba ludzi dotkniętych udarem będzie rosła. Czyni to tę jednostkę chorobową ważnym problemem i tematem badań naukowych [1].

Deficyty funkcji poznawczych są jednymi z najczęstszych konsekwencji udarów. Szacuje się, że nawet 50% pacjentów po przebytym udarze mózgu może być niepełnosprawna z tego powodu [2, 3]. Deficyty mogą dotyczyć różnych modalności, w tym zaburzeń mowy. Najbardziej narażone na pojawienie się dysfunkcji mowy są osoby starsze oraz kobiety [4, 5]. Zaburzenia te mogą negatywnie wpływać na jakość życia i niezależność pacjentów. Rehabilitacja funkcji poznawczych wydaje się więc konieczna w opiece nad pacjentami poudarowymi [6]. Interdyscyplinarne ujęcie problemu to aktualnie najważniejszy element postępowania rehabilitacyjnego u osób po udarze. Niestety, pomimo zastosowania różnych metod usprawniania, uzyskiwane efekty nie zawsze są zadowalające. Z tego powodu ciągle poszukuje się nowych form usprawniania pacjentów [7].

Adres do korespondencji:

Dorota Mroczkowska
Katedra Zdrowia Publicznego,
Epidemiologii i Mikrobiologii
ul. Warszawska 30, 10-082 Olsztyn
tel.: 89 524 53 28

Jedną z nowszych metod rehabilitacji funkcji poznawczych jest terapia *EEG-Neurofeedback* (EEG-NFB). To metoda polegająca na sprzężeniu informacji o czynności bioelektrycznej mózgu z obrazem i dźwiękiem tak, aby pacjent poprzez samoregulację był w stanie świadomie modulować wartości amplitud fal mózgowych [8]. Metoda EEG-NFB była już wykorzystywana do terapii funkcji poznawczych u pacjentów poudarowych. Odnotowano pozytywny wpływ terapii na rehabilitację pamięci [9, 10], koncentrację oraz percepcję wizualną [11]. Pojedynczy pacjenci odnotowali również poprawę funkcji mowy [12, 13]. Najnowsze prace przeglądowe wskazują, że metoda ta prowadzi do poprawy stanu wielu modalności kognitywnych [14].

Pomimo wielu dowodów skuteczności EEG-NFB, metoda ciągle wzbudza kontrowersje i wątpliwości co do jej stosowania. Ich źródłem jest niewystarczająca liczba fizjologicznych dowodów skuteczności [15, 16], niska powtarzalność wyników i brak jednoznacznych wskaźników sukcesu treningu [17, 18].

Z tego powodu autorzy niniejszej pracy postanowili ocenić skuteczność tej metody jako dodatkowej formy terapii stosowanej razem ze standardową rehabilitacją neuropsychologiczną na stosunkowo dużej grupie klinicznej. Celem terapii było usprawnienie funkcji mowy. Dokonano również porównania skuteczności EEG-NFB ze skutecznością rehabilitacji opartej na terapii neuropsychologicznej.

Materiał i metody

Celem pracy było określenie przydatności treningu EEG-NFB w rehabilitacji zaburzeń mowy u pacjentów po udarze mózgu. Przeprowadzone badanie miało charakter prospektywny. Polegało na przeprowadzeniu eksperymentu, w którym dokonano oceny zaburzeń mowy pacjentów poudarowych przed i po zakończeniu 15 dwudziestominutowych sesji EEG-NFB oraz standardowej, neuropsychologicznej terapii funkcji poznawczych. Na przeprowadzenie badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie (uchwała nr 22/2014 z dnia 25.06.2014 roku). Autorzy oświadczają, że nie istnieje żaden konflikt interesów.

Uczestnicy

W badaniu wzięło udział 58 pacjentów po co najmniej 2 miesiącach od wystąpienia udaru niedokrwienego mózgu.

Grupę eksperymentalną stanowiło 40 osób — 15 kobiet i 25 mężczyzn. Średnia wieku wyniosła 67,143 (SD [standard deviation] 2,397). W badanej grupie

przeważali licznie mężczyźni, co jest zgodne z danymi epidemiologicznymi [19]. Pacjenci zostali poddani zarówno standardowej terapii neuropsychologicznej, jak i treningom EEG-NFB. Badani wyrazili świadomą zgodę na uczestnictwo w projekcie.

Grupa kontrolna liczyła 18 osób — 8 kobiet i 10 mężczyzn. Średnia wieku 63,786 roku (SD 3,058). Byli to chorzy, których z powodu znacznego nasilenia myśli rezygnacyjnych wyłączono z terapii EEG-NFB. W literaturze wskazuje się, że utrzymywanie stanu wysokiej koncentracji, skojarzone z rytmem beta, może doprowadzić do wzrostu zachowań dążeniowych [20]. Pacjenci z grupy kontrolnej uczestniczyli wyłącznie w standardowej terapii neuropsychologicznej.

Narzędzia badawcze

U wszystkich osób wykonano badanie psychologiczne w pierwszym i przedostatnim dniu hospitalizacji. Do oceny zaburzeń funkcji poznawczych, wykonawczych i wzrokowo-przestrzennych wykorzystano standaryzowane testy psychologiczne: Krótką Skalę Oceny Stanu Umysłowego (MMSE, *Mini Mental State Examination*), Test Pamięci Wzrokowej Bentona (BVRT, *Benton Visual Retention Test*), Kolorowy Test Połączeń (CTT, *Color Trail Test*). Badanie funkcji językowych wykonano z wykorzystaniem testu fluencji słownej. Do oceny zaburzeń nastroju pacjentów wykorzystano Skalę Depresji Becka. Pacjentów klasyfikowano ze względu na lokalizację i objętość ogniska udaru. Podjęto ponadto próbę określenia zależności efektywności EEG-NFB od lokalizacji i objętości ogniska udarowego, a także w zależności od płci i wieku. Wyniki przeprowadzonych badań będą przedmiotem rozważań w kolejnych pracach autorów.

W celu określenia poziomu zaburzeń mowy wykorzystano test fluencji słownej. Test pozwala na zbadanie fonemicznej płynności słownej. Zadaniem pacjenta było wypowiedzenie jak największej liczby słów rozpoczynających się na literę „F” w ciągu 60 sekund. Test podlegał ilościowej ocenie — jego wynikiem była liczba słów zgodnych z podanym kryterium. Pomimo powszechnego stosowania tego narzędzia w praktyce klinicznej i badaniach naukowych nie istnieją polskie normy dla oceny wykonania testu. W związku z tym przyjmuje się, że granicą poprawności wykonania testu jest podanie więcej niż 15 poprawnych słów. Test angażuje procesy mowy, pamięć oraz funkcje wykonawcze. Na poziomie neuroanatomicznym autorzy wskazują na udział płatów czołowych i skroniowych półkuli dominującej zarówno wśród zdrowej populacji, jak i pacjentów z uszkodzeniami ośrodkowego układu nerwowego. Wyniki badań wskazują na wpływ wieku i wykształcenia na poziomom wykonania testu [21]. Uwagę zwraca fakt stosunkowo wysokiej odporności testu na efekt uczenia się.

Terapia neuropsychologiczna funkcji poznawczych

Obie grupy pacjentów zostały poddane rehabilitacji funkcji poznawczych z wykorzystaniem metod neuropsychologicznych, standardowo stosowanych u chorych po udarze mózgu. Terapia prowadzona była przez 5 dni w tygodniu po 30 minut dziennie. Łączny czas terapii dla każdego pacjenta wyniósł 7,5 godziny przez 3 tygodnie hospitalizacji. Podczas rehabilitacji wykorzystano programy Exe-Memory i Alfa-System. Terapia z wykorzystaniem programu Ex-Memory została użyta w celu treningu orientacji w czasie oraz w schemacie własnego ciała. Prowadzono ćwiczenia pamięci, uwagi, liczenia oraz logicznego myślenia. Program Alfa-System umożliwił wykonywanie ćwiczeń poprawiających zdolność rozumienia oraz tworzenie wypowiedzi językowych wspieranych przekazem wizualno-słownym oraz kontekstem sytuacyjnym. Dodatkowo pacjenci wykonywali ćwiczenia różnicowania głosek, sylab i wyrazów, kategoryzowania oraz układania z podanych liter słów o określonym znaczeniu. W ćwiczeniach aktualizacji słów chorzy uzupełniali zdania brakującymi słowami oraz tworzyli antonimy i synonimy.

Trening EEG-NFB

Wszyscy pacjenci z grupy eksperymentalnej zostali poddani terapii z wykorzystaniem EEG-NFB. Do przeprowadzenia treningu wykorzystano Elektroencefalograf DigiTrack BF. Zestaw do terapii składał się z komputera z zainstalowanym oprogramowaniem EEG DigiTrack, monitora do terapii pacjentów oraz głowicy EEG wraz z elektrodami.

Do treningów wykorzystano dwa odprowadzenia zgodne z systemem rozmieszczenia elektrod 10–20: centralne lewe (C3) oraz centralne prawe (C4). Zastosowano jeden ze standardowych protokołów treningowych C3 θ/β : C4 θ /SMR (*sensorimotor rhythm*) [20]. W odprowadzeniu C3 schemat zakładał wzmacnianie rytmu beta (15–22 Hz) i uzyskanie wzrostu jego amplitudy oraz hamowanie rytmu theta (4–8 Hz) i spadek jego amplitudy. W obrębie

elektrody C4 celem terapii było wzmocnienie pasma SMR (12–15 Hz) i doprowadzenie do wzrostu jego amplitudy oraz hamowanie pasma theta (4–8 Hz) i spadek jego amplitudy. Dokładny próg wzmocnienia dobierano indywidualnie dla każdego pacjenta podczas każdej sesji. Każdy z pacjentów wziął udział w 15 dwudziestominutowych sesjach realizowanych w ciągu 3 tygodni. Pojedyncza sesja składała się z 4 dwuminutowych rund w odprowadzeniu C3 oraz sześciu dwuminutowych rund w odprowadzeniu C4. Wszystkie treningi zostały przeprowadzone przez jednego terapeutę.

Analiza statystyczna

W celu sprawdzenia normalności rozkładu danych zastosowano test Shapiro-Wilka. Założenie o jednorodności wariancji zostało sprawdzone z wykorzystaniem testu Levene'a. Istotność różnic pomiędzy badanymi zmiennymi w obrębie tych samych grup zbadano za pomocą testu *t* dla prób zależnych oraz w razie niespełnienia założenia o rozkładzie normalnym nieparametrycznego testu kolejności par Wilcoxon. Aby określić statystyczną istotność różnic w grupach niepowiązanych, wykorzystano test *t* studenta dla prób niezależnych. W celu określenia poziomu korelacji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi obliczono współczynniki korelacji *r* Pearsona. Za poziom istotności statystycznej wszystkich wykorzystanych testów przyjęto $p < 0,05$. Wszystkie analizy zostały przeprowadzone z wykorzystaniem programu komputerowego IBM SPSS Statistics 23.

Wyniki

Analizę danych rozpoczęto od sprawdzenia, czy grupy badana i kontrolna pochodzą z tej samej populacji. W tym celu porównano obie pod względem wieku i płci (tab. 1) oraz wyników testu „F” fluencji słownej przed rozpoczęciem rehabilitacji (tab. 2). Grupa badana wykazała nieznacznie wyższą średnią wieku oraz niewiele większy udział procentowy płci żeńskiej w porównaniu z grupą kontrolną. Na poziomie istotności równym 0,05 różnice w wieku oraz rozkładzie płci okazały się nie być istotne

Tabela 1. Porównanie czynników demograficznych między grupami
Table 1. Comparison of demographic variables between study and control group

	Grupa badana	Grupa kontrolna	t/z	P
Średnia wieku	67,143 (min. 52, maks. 80)	63,786 (min. 43, maks. 80)	0,608	0,546
Wiek SD	2,397	3,058		
Płeć	15 kobiet (37,5%) 25 mężczyzn (62,5%)	8 kobiet (44,4%) 10 mężczyzn (55,6%)	0,886	0,375

SD (*standard deviation*) — odchylenie standardowe

Tabela 2. Wynik testu istotności różnicy między grupami**Table 2.** Result of significance test for difference between study and control group

	Grupa badana	Grupa kontrolna	t	P
F-przed (średnia)	5,929	4,143	1,470	0,147
F-przed (SD)	0,519	0,876		

F-przed — wynik testu „F” fluencji słownej diagnoza przed rozpoczęciem terapii; SD (standard deviation) — odchylenie standardowe

statystycznie (odpowiednio $p = 0,546$ oraz $p = 0,375$). Podobnie, obie grupy nie różniły się w sposób istotny statystycznie ($p = 0,147$) pod względem uzyskanych wyników testu „F” fluencji słownej przed rozpoczęciem terapii. Grupa badana uzyskała średnią liczbę słów równą 5,929 (SD 0,519), a kontrolna 4,143 (SD 0,876). Wyniki te dają podstawy do uznania obu grup za jednorodną pod względem analizowanych wskaźników.

W celu weryfikacji hipotezy stwierdzającej, że trening metodą EEG-NFB korzystnie wpływa na proces rehabilitacji zaburzeń mowy u pacjentów poudarowych, przeprowadzono test istotności różnic wyników testu „F” fluencji słownej przed i po treningu. W grupie badanej doszło do istotnej statystycznie ($p < 0,001$) poprawy wykonywania testu wyrażonej wzrostem liczby słów ze średniej 5,929 (SD 0,519) do 7,500 (SD 0,591) (ryc. 1). W grupie kontrolnej nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy pomiędzy pomiarami w wynikach testu (tab. 3). Powyższe dane pozytywnie weryfikują postawioną hipotezę.

W badaniu założono brak wpływu wieku oraz wyjściowych zaburzeń mowy na skuteczność rehabilitacji z wykorzystaniem EEG-NFB. W celu weryfikacji tego twierdzenia dokonano oceny współzależności pomiędzy wiekiem i wynikami testu „F” fluencji słownej przed rozpoczęciem

treningu a wielkością zmian po odbyciu treningów. Parametryczne współczynniki korelacji Pearsona nie różnią się statystycznie od zera, co potwierdza słuszność postawionej tezy (tab. 4). Uwagę zwraca jednak fakt, że wpływ wieku na skuteczność terapii był bliski osiągnięcia wymaganego poziomu istotności ($p = 0,059$).

W grupie poddanej terapii EEG-NFB wykazano pożądaną redukcję amplitudy rytmu θ w lewej półkuli mózgu ze średniej 17,414 (SD 6,887) do 15,266 (SD 5,768), wynik był istotny statystycznie ($Z = -2,070$; $p = 0,038$) oraz w prawej półkuli mózgu z 18,7 SD 8,632 do 18,468 SD 9,711, wynik ten jednak okazał się nie być istotny statystycznie ($Z = 0,444$; $p = 0,657$). Ponadto stwierdzono istotne statystycznie ($Z = -2,151$; $p = 0,032$) wzmocnienie amplitudy β w lewej półkuli mózgu z 8,612 (SD 3,444) do 9,373 (SD 3,536) i SMR w prawej półkuli mózgu z 8,507 (SD 3,102) do 9,341 (SD 3,621), wynik nie był istotny statystycznie ($Z = 0,335$; $p = 0,738$).

Dyskusja

Średnie wyniki testu fonemicznej fluencji słownej w badanych grupach pacjentów okazały się znacznie niższe niż 15 słów, a więc od zakładanej granicy poprawności wykonania testu [20]. Dowodzi to słuszności tezy, że

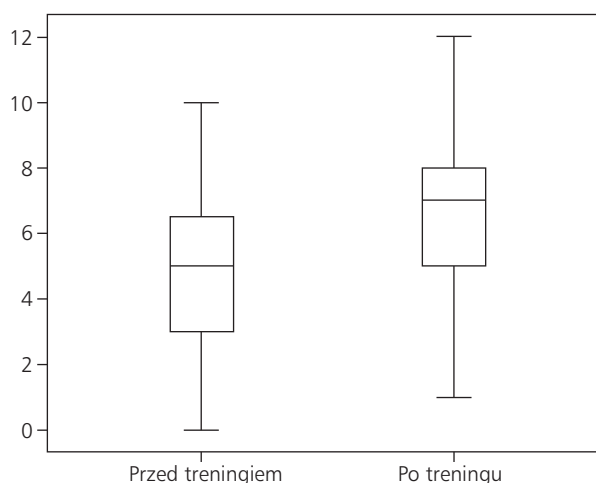
**Rycina 1.** Zmiana średniego wyniku testu „F” fluencji słownej w obrębie grupy badanej**Figure 1.** Verbal fluency test “F” mean score change in study group

Tabela 3. Wyniki testów istotności dla testu „F” fluencji słownej przed i po zakończeniu treningu w obrębie grup badanej i kontrolnej**Table 3.** Results of significance tests for verbal fluency test “F” score before and after the therapy in study and control group

	Przed treningiem		Po treningu		t	P
	Średnia	SD	Średnia	SD		
Grupa badana	5,929	0,519	7,500	0,591	-8,264	< 0,001
Grupa kontrolna	4,143	0,876	4,5714	0,782	-1,312	0,212

SD (standard deviation) — odchylenie standardowe

Tabela 4. Współczynniki korelacji liniowej Pearsona R(p)**Table 4.** Pearson’s rank correlation coefficients R(p)

	F-przed	Wiek
dF	0,120 (0,461)	0,301 (0,059)

F-przed — wynik testu „F” fluencji słownej diagnoza przed terapią; dF — różnica pomiędzy F-po oraz F-przed

pacjenci po przebytych udarach niedokrwiniowych mózgu mają znaczne trudności z płynnością mowy. Konieczne jest wobec tego usprawnianie tych funkcji.

Uzyskane wyniki wskazują, że terapia neuropsychologiczna połączona z treningiem EEG-NFB wpływa na poprawę funkcji mowy u pacjentów poudarowych. Wyrażone zostało to wzrostem średniej liczby poprawnych słów w teście fonemicznej fluencji słownej. Warto zaznaczyć, że sama rehabilitacja neuropsychologiczna okazała się w tym zakresie niewystarczająco skuteczna. Oznacza to, że zastosowana, łączona terapia EEG-NFB z terapią neuropsychologiczną skuteczniej niż sama rehabilitacja neuropsychologiczna poprawia fluencję słowną u pacjentów poudarowych.

Zaprezentowane wyniki dotyczące zmian amplitud trenowanych pasm świadczą o zdolności pacjentów poudarowych do modulacji czynności bioelektrycznej mózgu podczas terapii EEG-NFB w zakresie pasma theta i beta w lewej półkuli mózgu. Choć w prawej półkuli mózgu widoczny jest pożądany trend w zmianach amplitud pasma theta i SMR, to wyniki okazały się nieistotne statystycznie.

Dodatkowo, wyniki przeprowadzonych analiz wykazały, że wyjściowy stan fonemicznej płynności słownej pacjentów nie determinuje skuteczności rehabilitacji z wykorzystaniem EEG-NFB. W związku z tym parametr ten nie powinien decydować o zastosowaniu tej metody. Podobne analizy wykonano w odniesieniu do wieku pacjentów. Uzyskano wyniki będące bliskimi uznania za znamienne statystycznie. Istotne jest prowadzenie dalszych badań w tym kierunku, w większej grupie badanych.

Wyniki niniejszego badania są zgodne z rezultatami uzyskiwanymi przez innych autorów na podstawie pojedynczych przypadków klinicznych [12, 13]. W badaniach własnych wykorzystano liczną grupę badaną oraz porównano wyniki terapii pacjentów poddanych treningom EEG-NFB z wynikami terapii pacjentów z grupy kontrolnej. W związku z powyższym badanie to odpiera większość zarzutów stawianych pracom oceniającym skuteczność EEG-NFB [14]. Praca stanowi cenne uzupełnienie aktualnej literatury na ten temat. Należy jednak zaznaczyć, że grupa kontrolna została wyłoniona na podstawie kryterium znacznego nasilenia myśli rezygnacyjnych. Może to oznaczać, że obarczona ją dodatkowymi zmiennymi, które nie były kontrolowane podczas badania (np. wyższa średnia wyników w Skali Depresji Becka), a które mogły wpłynąć na efektywność terapii. Dlatego należy bardzo ostrożnie podchodzić do interpretacji wyników porównujących efekty terapii w obu grupach pacjentów. Celowe byłoby przeprowadzenie podobnego badania, w którym pacjenci będą przydzielani do grupy eksperymentalnej i kontrolnej wyłącznie w sposób losowy.

Zaburzenia mowy są istotnym problemem pacjentów poudarowych [2, 3], a ocena poprawy funkcjonowania pacjentów po zastosowanej terapii mowy, powinna zostać dokonana na podstawie różnorodnych narzędzi badawczych, testujących różne modalności mowy. W badaniu zastosowano wyłącznie test fonemicznej fluencji słownej, istnieje więc konieczność rozszerzenia badań w tym zakresie. Zasadnym byłoby podjęcie również badań na temat wpływu lokalizacji oraz objętości ognisk udarowych na skuteczność terapii z wykorzystaniem metody EEG-NFB. Kwestia ta zostanie podjęta w dalszych pracach autorów.

Przeprowadzone badanie oraz wyniki dostarczane przez innych autorów wskazują, że metoda EEG-NFB jest cennym narzędziem wspomagającym rehabilitację funkcji poznawczych w różnych grupach pacjentów, w tym u pacjentów po udarach mózgu [9–12]. W związku z rosnącą liczbą osób po udarze mózgu [1], rozwój

zastosowania EEG-NFB w tej grupie chorych wydaje się być zasadny.

Wnioski

1. Trening EEG-NFB w połączeniu ze standardową terapią neuropsychologiczną wspomaga usprawnianie funkcji mowy u pacjentów poudarowych.
2. Rehabilitacja funkcji mowy oparta na EEG-NFB oraz standardowej terapii neuropsychologicznej wpływa na poprawę fonemicznej fluencji słownej u pacjentów poudarowych skuteczniej

niż rehabilitacja z wykorzystaniem samej terapii neuropsychologicznej.

3. Wielkość początkowego deficytu funkcji mowy oraz wiek pacjentów nie wpływają na skuteczność rehabilitacji z wykorzystaniem EEG-NFB.
4. Wpływ wieku pacjentów na skuteczność terapii powinien zostać określony na podstawie większej grupy badanej.
5. Metoda EEG-NFB może być cennym narzędziem w rehabilitacji funkcji poznawczych pacjentów poudarowych. Konieczne są dalsze badania w tym zakresie.

Streszczenie

Wstęp: Udar niedokrwienny mózgu są częstą przyczyną deficytów funkcji poznawczych, w tym zaburzeń mowy. Jedną z nowych metod wspomagających ich rehabilitację jest trening EEG-Neurofeedback (EEG-NFB).

Materiał i metody: W badaniu wzięło udział 58 pacjentów po przebytych udarach niedokrwiennym mózgu, z czego 40 osób stanowiło grupę badaną, a 18 grupę kontrolną. Wszyscy pacjenci zostali poddani standardowej rehabilitacji neuropsychologicznej, a pacjenci z grupy badanej otrzymali dodatkowo 15 treningów EEG-NFB. W celu sprawdzenia skuteczności treningu w rehabilitacji zaburzeń mowy, posłużono się testem „F” fluencji słownej.

Wyniki: Wykazano słuszność tezy, że rehabilitacja funkcji mowy oparta na EEG-NFB oraz terapii neuropsychologicznej wpływa na poprawę płynności słownej u pacjentów poudarowych i czyni to skuteczniej niż sama terapia neuropsychologiczna. Wykazano również, że wyjściowy poziom zaburzeń funkcji mowy nie wpływa na stopień ich poprawy w trakcie terapii EEG-NFB.

Wnioski: Trening EEG-NFB może być skuteczną metodą rehabilitacji funkcji mowy u pacjentów poudarowych.

Psychiatria 2018; 15, 4: 199–205

Słowa kluczowe: udar mózgu, neurofeedback, zaburzenia fluencji słownej, funkcje poznawcze

Piśmiennictwo:

1. Feigin VL, Norrving B, Mensah GA. Global burden of stroke. *Circ Res.* 2017; 120: 439–438.
2. Tatemichi TK, Desmond DW, Stern Y, et al. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1994; 57(2): 202–207, indexed in Pubmed: 8126506.
3. Barker-Collo S, Feigin VL, Parag V, et al. Auckland Stroke Outcomes Study. Part 2: Cognition and functional outcomes 5 years poststroke. *Neurology.* 2010; 75(18): 1608–1616, doi: 10.1212/WNL.0b013e3181fb44c8, indexed in Pubmed: 21041784.
4. Ferreira MG, Moro CH, Franco SC. Cognitive performance after ischaemic stroke. *Dement Neuropsychol.* 2015; 9(2): 165–175, doi: 10.1590/1980-57642015DN92000011, indexed in Pubmed: 29213958.
5. Merriman NA, Sexton E, Donnelly NA, et al. Managing cognitive impairment following stroke: protocol for a systematic review of non-randomised controlled studies of psychological interventions. *BMJ Open.* 2018; 8(1): e019001, doi: 10.1136/bmjopen-2017-019001, indexed in Pubmed: 29326188.
6. Mellon L, Brewer L, Hall P, et al. ASPIRE-S study group. Cognitive impairment six months after ischaemic stroke: a profile from the ASPIRE-S study. *BMC Neurol.* 2015; 15: 31, doi: 10.1186/s12883-015-0288-2, indexed in Pubmed: 25879880.
7. Cadilhac DA, Andrew NE, Lannin NA, et al. Australian Stroke Clinical Registry Consortium. Quality of Acute Care and Long-Term Quality of Life and Survival: The Australian Stroke Clinical Registry. *Stroke.* 2017; 48(4): 1026–1032, doi: 10.1161/STROKEAHA.116.015714, indexed in Pubmed: 28258253.
8. Pakszys M. Neurotechnologie i neurofizjologia. Materiały szkoleniowe EEG Instytutu Warszawa.
9. Kober SE, Schweiger D, Witte M, et al. Specific effects of EEG based neurofeedback training on memory functions in post-stroke victims. *J Neuroeng Rehabil.* 2015; 12: 107, doi: 10.1186/s12984-015-0105-6, indexed in Pubmed: 26625906.
10. Kober SE, Schweiger D, Reichert JL, et al. Upper alpha based neurofeedback training in chronic stroke: brain plasticity processes and cognitive effects. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2017; 42(1): 69–83, doi: 10.1007/s10484-017-9353-5, indexed in Pubmed: 28197747.
11. Cho HY, Kim K, Lee B, et al. The effect of neurofeedback on a brain wave and visual perception in stroke: a randomized control trial. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27(3): 673–676, doi: 10.1589/jpts.27.673, indexed in Pubmed: 25931705.
12. Bearden TS, Cassisi JE, Pineda M. Neurofeedback training for a patient with thalamic and cortical infarctions. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2003; 28(3): 241–253, indexed in Pubmed: 12964455.
13. Mroczkowska D, Białkowska J, Rakowska A. Neurofeedback as supportive therapy after stroke. Case report. *Postępy Psychiatrii i Neurologii.* 2014; 23(4): 190–201, doi: 10.1016/j.pin.2014.09.002.
14. Renton T, Tibbles A, Topolovec-Vranic J. Neurofeedback as a form of cognitive rehabilitation therapy following stroke: A systematic review. *PLoS One.* 2017; 12(5): e0177290, doi: 10.1371/journal.pone.0177290, indexed in Pubmed: 28510578.

15. Enriquez-Geppert S, Huster RJ, Herrmann CS. EEG-Neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial. *Front Hum Neurosci.* 2017; 11: 51, doi: [10.3389/fnhum.2017.00051](https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00051), indexed in Pubmed: [28275344](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28275344/).
16. Schabus M, Griessenberger H, Gnjezda MT, et al. Better than sham? A double-blind placebo-controlled neurofeedback study in primary insomnia. *Brain.* 2017; 140(4): 1041–1052, doi: [10.1093/brain/awx011](https://doi.org/10.1093/brain/awx011), indexed in Pubmed: [28335000](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28335000/).
17. Dempster T, Vernon D. Identifying indices of learning for alpha neurofeedback training. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2009; 34(4): 309–328, doi: [10.1007/s10484-009-9112-3](https://doi.org/10.1007/s10484-009-9112-3), indexed in Pubmed: [19760142](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19760142/).
18. Jurewicz K, Paluch K, Kublik E, et al. EEG-neurofeedback training of beta band (12–22Hz) affects alpha and beta frequencies — a controlled study of a healthy population. *Neuropsychologia.* 2018; 108: 13–24, doi: [10.1016/j.neuropsychologia.2017.11.021](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.11.021), indexed in Pubmed: [29162459](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29162459/).
19. Grabowska-Fudala B, Jaracz K, Górna K. Zapadalność, śmiertelność i umieralność z powodu udarów mózgu — aktualne tendencje i prognozy na przyszłość. *Przegl Epidemiol.* 2010; 64: 439–442.
20. Thompson M, Thompson L. Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej. *Biomed Neurotechnologie Wrocław.* 2012.
21. Piskunowicz M, Bieliński M, Zgliński A. Testy fluencji słownej – zastosowanie w diagnostyce neuropsychologicznej. *Psychiatr Pol.* 2013; 47(3): 475–482.