NEUROLOGIA DZIECIĘCA
CHILD NEUROLOGY
Vol. 14/2005 Nr 28
PRACA ORYGINALNA/ORIGINAL ARTICLE

Ocena wpływu metody Biofeedback na obraz EEG oraz funkcje poznawcze u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym

The Effect of Biofeedback on the EEG Recording and Cognitive Functions in Infantile Cerebral Palsy Children

Wojciech Sobaniec, Radosław Bobrowski, Dorota Otapowicz, Wojciech Kułak, Stefan Sobaniec

Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej Akademii Medycznej w Białymstoku
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. *W. Sobaniec*

Streszczenie

Wstęp. Biofeedback EEG jest metodą neurorehabilitacji, mającą zastosowanie m.in. u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. Łączy ona w sobie elementy psycho- i neurofizjoterapii. Przy użyciu dwóch zestawów komputerowych współpracujących ze sobą jest obrazowana i modulowana czynność bioelektryczna mózgu. Wykorzystuje się tutaj sprzężenie zwrotne między stanem psychicznym pacjenta a czynnością neurofizjologiczną mózgu. Osoba poddawana terapii, spełniając ustalone kryteria ćwiczeń gry – ma wpływ na własny obraz EEG. Biofeedback jest zatem techniką świadomego kontrolowania i łączenia funkcji fizjologicznych i psychicznych – zależnie od celu terapii. **Cel pracy.** Celem pracy była ocena wpływu metody Biofeedback EEG na parametry neurofizjologiczne mózgu w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback – fale beta, SMR i theta, wpływu na jakościowy i ilościowy zapis EEG oraz analiza wpływu powyższej metody na funkcje poznawcze, m.in. pamięć, koncentrację uwagi i funkcje językowe. **Materiały i metody.** Badaniem objęta została grupa 10 dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. W badaniu ocenie poddano parametry neurofizjologiczne w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback, zapis jakościowy oraz ilościowy EEG; wykonano również badania psychologiczne (testy) i przeprowadzono ankiety z rodzicami, oceniające funkcje psychiczne pacjentów. **Wyniki.** Po przeprowadzeniu badań otrzymano poprawę w zakresie ilościowego zapisu EEG, parametrów neurofizjologicznych EEG w trakcie terapii Biofeedback oraz w zakresie funkcji poznawczych. Zapis jakościowy EEG nie uległ zmianie. **Podsumowanie.** Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż metoda Biofeedback EEG wpływa korzystnie na stan kliniczny, funkcje poznawcze oraz zapis EEG pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym.

Słowa kluczowe: Biofeedback EEG, neurorehabilitacja, mózgowe porażenie dziecięce.

Abstract

Introduction. EEG Biofeedback, a neurorehabilitation method, for the treatment of neurological disorders, including infantile cerebral palsy. The method combines elements of psycho- and neurophysiotherapy. Using two computer sets that cooperate with each other, bioelectric brain functioning pattern is displayed and modulated. The method utilizes the feedback between the psychological state of the patient and neurophysiologic functioning of the brain. Patients who undergo the therapy can influence their own EEG recording, provided they fulfil the established criteria of training. Biofeedback is thus a technique of conscious monitoring, combining physiological and psychological functions – depending on the therapeutic goal. **Objective.** The study was to assess the effect of EEG Biofeedback on neurophysiologic parameters in Biofeedback recording – beta, SMR, theta waves. Qualitative and quantitative recordings of EEG were analysed in the study. Another goal of the research was to assess the effect of EEG Biofeedback on the cognitive functions like memory, attention and linguistic functions. **Material and methods.** The study involved a group of 10 children with infantile cerebral palsy. The clinical condition of the patients was assessed based on neurophysiologic parameters in EEG Biofeedback recording, EEG and QEEG recording. Psychological tests were also performed to assess cognitive functions. Moreover, parents' opinions on the differences in child's functioning before and after EEG Biofeedback trainings were collected in the form of a questionnaire. **Results.** The EEG Biofeedback recording and QEEG showed improvement in the most of parameters in the majority of patients. Improve-

Key words: EEG Biofeedback, neurorehabilitation, infantile cerebral palsy

ments were obtained in most of cognitive functions. In 10/10 patients the qualitative EEG recording after Biofeedback trainings was unchanged. **Conclusions.** It can be stated, based on the current results, that the application of EEG Biofeedback produces desirable effects on clinical status, cognitive functions and the EEG pattern in children with infantile cerebral palsy.

Mózgowe porażenie dziecięce stwarza zagrożenia występowania objawów będących poważnym problemem zdrowotnym, psychologicznym oraz społecznym. W obrazie choroby dominują objawy uszkodzenia: ośrodkowego neuronu ruchowego (niedowłady kończyn), jąder podkorowych (ruchy mimowolne), móżdżku (zaburzenia zborności ruchów oraz równowagi) [1]. W 30–40% występuje różnego stopnia upośledzenie umysłowe, padaczka [2], jak również lżejsze dysfunkcje psychiczne: zaburzenia koncentracji uwagi oraz pamięci [3].

Duże nadzieje w terapii zaburzeń neurologicznych, w tym również mózgowego porażenia dziecięcego, budzi nowa metoda neurorehabilitacji – Biofeedback EEG [4–6]. Łączy ona w sobie elementy psycho- i neurofizjoterapii. Przy użyciu dwóch zestawów komputerowych współpracujących ze sobą jest obrazowana i modulowana czynność bioelektryczna mózgu [7]. Wykorzystuje się tutaj sprzężenie zwrotne między stanem psychicznym pacjenta a czynnością neurofizjologiczną mózgu [6]. Osoba poddawana terapii, spełniając ustalone kryteria ćwiczeń gry, ma wpływ na własny obraz EEG [7]. Biofeedback jest zatem techniką świadomego kontrolowania i łączenia funkcji somatycznych i psychicznych – zależnie od celu terapii [6]. Za pomocą odpowiedniej liczby treningów można w sposób zamierzony wzmacniać bądź osłabiać czynność bioelektryczną mózgu, przez co wpływa się na ogólne funkcje organizmu [6]. Technicznie wzmacnianie bądź osłabianie czynności bioelektrycznej mózgu oznacza wzrost lub redukcję amplitudy fal w zapisie EEG.

Parametrem analizowanym do oceny efektów działania metody Biofeedback EEG jest amplituda poszczególnych fal. Znaczenie praktyczne ma pomiar tych wartości dla fal delta (0,5–4 Hz), theta (4–8 Hz), SMR – fala odpowiadająca w klasycznym zapisie EEG fali beta o niższej częstotliwości (12–15 Hz) oraz beta (15–20 Hz). Fale delta i theta jako nieprawidłowe wymagają redukcji amplitudy, natomiast fale SMR i beta są fizjologiczne – korzystne jest zatem ich wzmocnienie.

Neurofizjologiczne podłoże rehabilitacji mózgu z zastosowaniem metody Biofeedback EEG opiera się na kilku założeniach i przedstawia się w sposób następujący.

Pewna niewielka liczba uszkodzonych komórek z danego obwodu funkcjonalnego może być skompensowana spontanicznie, jednak proces odbudowy jest zawsze szybszy i pełniejszy, jeśli dostarczana jest zewnętrzna stymulacja zaburzonych sieci. W przypadku metody Biofeedback EEG jest to stymulacja uzyskiwana przy udziale gier i konieczności osiągnięcia przez osobę ćwiczącą określonego wyniku. Trening rehabilitacyjny może zatem kształtować reorganizację neuronalną uszkodzonego obszaru. Mózg ma dość duże możliwości samo- naprawy. Dzieje się to m.in. poprzez przeorganizowanie synaptyczne, rozumiane jako zmiany w rozgałęzieniach dendrytowych neuronów, powodujące zmiany we wzorcach połączeń synaptycznych. Takie synaptyczne przeorganizowanie jest kluczowym mechanizmem każdego procesu uczenia się, również tego odbywającego się w trakcie odbudowy czynności po uszkodzeniu mózgu. Wszystko czego doświadcza chory w trakcie rehabilitacji, również stymulacja bodźców, kształtuje połączenia w ramach obwodów funkcjonalnych odpowiadających za daną funkcję. Zatem treningi Biofeedback, będące formą stymulacji i dostarczania dodatkowych bodźców do uszkodzonego mózgu, mogą przyspieszać proces jego rehabilitacji.

Biofeedback EEG jest stosowany z powodzeniem od wielu lat zarówno w Ameryce, jak i w Europie do leczenia m.in. stanów po urazach czaszki, udarów mózgowych oraz ich następstw, takich jak: zaburzenia koncentracji uwagi, pamięci i innych procesów poznawczych. Biofeedback EEG jest również stosowany w terapii zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD), dysleksji, dysfunkcji psychicznych, uzależnień [6, 8–10].

W ocenie efektów oddziaływania terapii Biofeedback pomocna jest analiza ilościowa EEG (QEEG). Bowiem jak dowodzą badania, metoda ta obrazuje zależność pomiędzy strukturalnymi a funkcjonalnymi zaburzeniami mózgu [11].

W Polsce urządzeniami tymi dysponują nieliczne ośrodki, stąd polskich publikacji na ten temat jest niewiele. Było to jednym z powodów do zastosowania tej metody w wybranych przypadkach zaburzeń neurologicznych, jak również oceny jej możliwości terapeutycznych.

Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej AMB posiada własne wstępne doświadczenia w zakresie terapii metodą Biofeedback EEG. Oddziaływaniu temu poddany został m.in. z dobrym efektem pacjent po rozległym urazie czaszkowo-mózgowym [7].

Cel pracy

W badaniach ocenie poddano wpływ metody Biofeedback EEG na parametry neurofizjologiczne w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback: fale beta, SMR i theta, stosunek fal theta do sensomotorycznych (SMR), stosunek fal theta do beta. Jednym z celów terapii była również próba redukcji amplitudy fal theta oraz wzmocnienie amplitudy fal beta i SMR.

Kolejnym istotnym elementem analizowanym w zakresie wpływu powyższej metody był zapis jakościowy EEG oraz analiza ilościowa EEG (QEEG).

Celem badań była ponadto analiza wpływu metody Biofeedback EEG na stan chorych z mózgowym porażeniem dziecięcym. Ocena tego parametru jest bardzo istotnym elementem, gdyż próbuje odpowiedzieć na pytanie, czy ta nowa metoda rehabilitacyjna może wpłynąć na poprawę funkcji poznawczych i pośrednio na jakość życia dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. W zakresie wyżej wymienionych funkcji oceniano wpływ Biofeedback EEG na pamięć wzrokową, słuchową, koncentrację uwagi oraz funkcje językowe (percepcyjne i ekspresyjne).

Materiały i metody

Badaniem objęta została grupa 10 dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. Do badania kwalifikowane były dzieci w wieku od 6 do 18 lat (daje to możliwość współpracy podczas badania), leczone dotychczas w Klinice Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej AM oraz Neurologicznej Poradni Przyklinicznej Kliniki Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej AM w Białymstoku.

Stan pacjentów był oceniany dwukrotnie: przed pierwszym oraz po ostatnim treningu, m.in. na podstawie badania neuropediatrycznego, badania EEG, analizy ilościowej EEG (QEEG). Ponadto ocenie poddano parametry neurofizjologiczne w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback (beta, SMR, theta, theta/SMR, theta/beta).

Wykonano również badania psychologiczne (testy), oceniające funkcje psychiczne pacjentów. Zadania testowe zostały dobrane odpowiednio do możliwości całej grupy, która jest różnorodna. Są to m.in. próby angażujące procesy koncentracji uwagi i pamięci świeżej oraz pamięci długotrwałej. Oceny skuteczności terapii w zakresie ww. parametrów dokonano za pomocą:

1. Wybranych prób angażujących uwagę, funkcje wzrokowe i językowe (próby dobrano tak, by były możliwe do przeprowadzenia wśród wszystkich badanych dzieci)*.
2. Skali ryzyka dysleksji*.
3. Wywiadu z rodzicami, obejmującego ich subiektywne oceny dotyczące spostrzeganych przez nich korzyści w zakresie: zachowania, nauki, pamięci, koncentracji uwagi, czytania, wysławiania się, czynności codziennych, chęci kontynuowania ćwiczeń.

U wszystkich badanych zastosowano uniwersalne treningi według modelu C3-beta/theta i C4-SMR/theta. Liczba treningów oraz czas trwania każdego z nich zostały dopasowane indywidualnie – zależnie od stanu klinicznego oraz możliwości dziecka. Liczba treningów neurorehabilitacyjnych wynosiła ok. 40 dla każdego chorego. Jest to relatywnie duża liczba, co zwiększyło efektywność badania i oddziaływania ww. metody. Ćwiczenia obejmowały stymulację i rejestrację zapisu EEG z obu półkul mózgu.

Podczas prowadzonych treningów Biofeedback EEG u badanych chorych nie stosowano innych metod terapii, które mogłyby mieć wpływ na wyniki badań.

Wyniki

Oceny niżej wymienionych parametrów dokonano przed pierwszym oraz po ostatnim treningu Biofeedback EEG. Uzyskano następujące wyniki w zakresie poszczególnych parametrów:

1. Zapis jakościowy EEG

U dwóch spośród dziesięciu chorych wyjściowy zapis EEG był prawidłowy. U ośmiu spośród dziesięciu – zapis EEG był nieprawidłowy (u 3 zmiany ogniskowe 2-skroniowe, u 3 zmiany uogólnione napadowe, u 1 zmiany napadowe nad półkulą lewą półkulą i u 1 zmiany ogniskowe w lewej skroni).

Po zakończeniu treningów Biofeedback EEG, u wszystkich badanych zapis jakościowy EEG nie uległ zmianie.

2. Parametry EEG w trakcie terapii Biofeedback

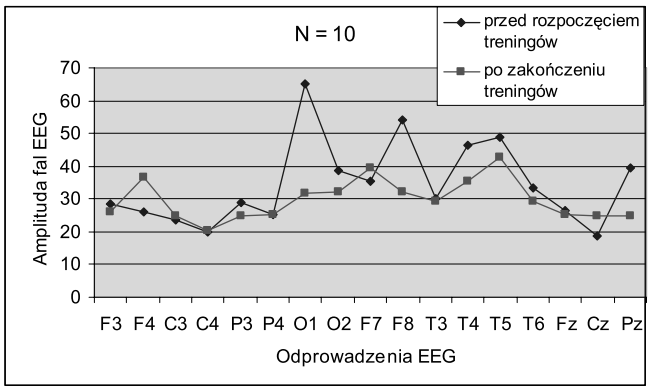
Stosunek fal theta/beta u czterech spośród dziesięciu chorych nie uległ zmianie, natomiast u sześciu nastąpiła poprawa.

Stosunek fal theta/SMR uległ poprawie u czterech na dziesięciu badanych, u sześciu – pozostał niezmieniony.

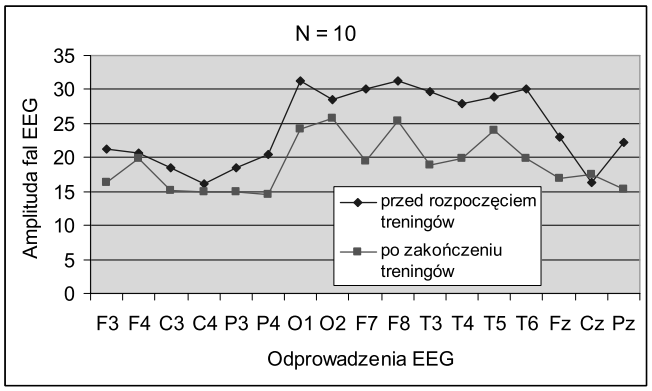
W zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback nastąpiła poprawa poszczególnych parametrów u większości badanych. Nie stwierdzono natomiast pogorszenia w zakresie żadnej z fal.

3. Analiza ilościowa EEG (QEEG)

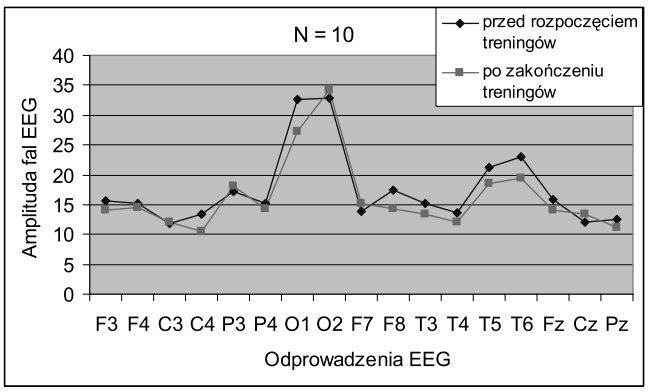
Analiza ilościowa zapisu EEG (QEEG) została wykonana przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu treningów Biofeedback EEG. Uzyskano następujące wyniki dla poszczególnych fal:



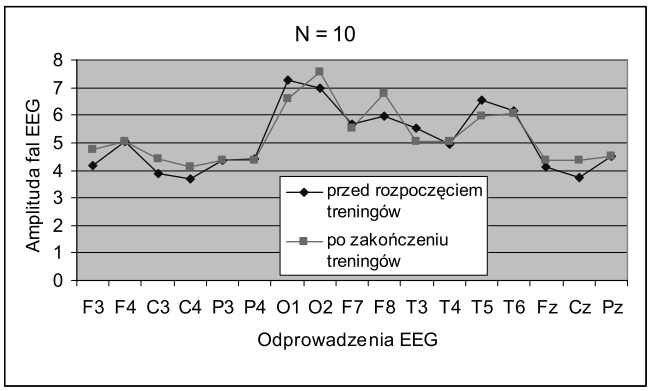
Ryc. 1. Obraz zmian amplitudy fali delta dla poszczególnych odprowadzeń – w analizie ilościowej EEG. *Changes in the amplitude of delta waves for the respective leads in quantitative EEG analysis*



Ryc. 2. Obraz zmian amplitudy fali theta dla poszczególnych odprowadzeń – w analizie ilościowej EEG. *Changes in the amplitude of theta waves for the respective leads in quantitative EEG analysis*



Ryc. 3. Obraz zmian amplitudy fali alfa dla poszczególnych odprowadzeń – w analizie ilościowej EEG. *Changes in the amplitude of alfa waves for the respective leads in quantitative EEG analysis*



Ryc. 4. Obraz zmian amplitudy fali beta dla poszczególnych odprowadzeń – w analizie ilościowej EEG. *Changes in the amplitude of beta waves for the respective leads in quantitative EEG analysis*

Ryc. 1. W zakresie fali delta nastąpiła poprawa, tzn. że amplituda fali delta uległa zmniejszeniu w zapisie EEG zarejestrowanym po zakończeniu treningów.

Ryc. 2. Amplituda fali theta również uległa redukcji, co wskazuje na poprawę zapisu ilościowego EEG po ukończeniu ćwiczeń Biofeedback EEG.

Ryc. 3. Amplituda fali alfa nie uległa zmianie w zapisie sprzed i po zakończeniu treningów.

Ryc. 4. W zakresie fali beta widoczne są jedynie niewielkie zmiany – fala beta uległa niewielkiemu wzmocnieniu po zakończeniu treningów Biofeedback EEG.

4. Wpływ terapii na procesy poznawcze

Tab. I. Ocena skuteczności terapii wg prób angażujących uwagę, funkcje wzrokowe i językowe. *Therapy effectiveness evaluated by means of attention tests, and visual and linguistic function tests*

Chorzy lp.	Funkcje wzrokowe		Funkcje językowe – percepcja			Funkcje językowe – ekspresja				Uwaga	Ogółem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	*10*	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	7
3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
7	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	4
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4
10	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	5
Ogółem	8	0	2	5	3	2	2	0	1	7	

Objaśnienia do tabeli 1:

- 0 – brak poprawy, 1 – poprawa
- numery poszczególnych zadań:

1. Szybkość uczenia się wzrokowego
2. Pamięć wzrokowa
3. Pamięć słuchowa
4. Szybkość uczenia się słuchowego
5. Analiza i synteza słuchowa
6. Słownik
7. Definiowanie pojęć
8. Tworzenie słów nadrzędnych
9. Tworzenia słów podrzędnych
10. Uwaga

Średnie wyniki z poszczególnych prób (tab. I):

- Funkcje wzrokowe: 4 (szybkość uczenia się wzrokowego)
- Funkcje językowe – percepcja: 3,3 (szybkość uczenia się słuchowego)
- Funkcje językowe – ekspresja: 1,25
- Uwaga: 7

Wyjaśnienia do tabeli 2:

- 0 – brak poprawy, 1 – poprawa

* numery zadań wg Skali Ryzyka Dysleksji

Tab. II. Ocena skuteczności terapii wg Skali Ryzyka dysleksji. *Therapy effectiveness according to Dyslexia Risk Scale*

Chorzy lp.	Funkcje wzrokowe							Funkcje językowe – percepcja					Funkcje językowe – ekspresja			Uwaga	Ogółem
	1*	5*	9*	11*	12*	16*	18*	7*	13*	17*	19*	21*	3*	6*	8*	14	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	8
3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
5	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	6
6	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	7
7	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	8
8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
9	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	7
10	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Ogółem	4	1	5	1	3	4	4	7	**8**	0	0	2	0	0	4	10	

Tab. III. Subiektywne spostrzeżenia rodziców (ankiety przeprowadzone z rodzicami). *Subjective observations of the parents (questionnaires)*

	Pytania zawarte w ankiecie								
Chorzy lp.	Zachowanie	Nauka	Pamięć	Koncentracja uwagi	Czytanie	Wypowiedzi	Czynności codzienne	Chęć kontynuowania terapii	Ogółem
1	0	1	1	1	0	0	0	1	4
2	1 (odważna, samodzielna)	0	1	0	1	1	1	1	6
3	0	1	1	0	1	0	1	1	5
4	1 (spokojny, wyciszony)	1	1	1	1	1	1	1	8
5	0	0	0	0	0	1	0	1	2
6	1 (odważna, żywsza)	1	1	1	1	1	1	1	8
7	1 (spokojna, zrównoważona)	1	0	1	1	0	1	1	6
8	1 (otwarta)	0	1	1	1	1	0	1	6
9	0	1	1	1	0	0	0	1	4
10	0	0	1	1	0	0	1	1	4
Ogółem	5	6	8	7	6	5	6	10	

Średnie wyniki poszczególnych prób (tab. II):

- Funkcje wzrokowe:3,14
- F. językowe –percepcja: 3,4 (budowanie poprawnych wypowiedzi, różnicowanie głosek o podobnym brzmieniu)
- F. Językowa –ekspresja:1,3
- Uwaga: 10

Testy oceniające szczegółowo funkcje poznawcze pacjentów, takie jak pamięć wzrokowa, słuchowa, koncentracja uwagi, a także zakres używanego słownictwa, wykonano przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu prowadzonych treningów Biofeedback EEG. Uzyskano poprawę w zakresie większości parametrów. U żadnego z pacjentów nie stwierdzono pogorszenia analizowanych funkcji.

Ankiety z rodzicami, oceniające również funkcje poznawcze dzieci, wykonano po zakończeniu ćwiczeń Biofeedback EEG. Stwierdzono poprawę większości badanych cech, nie stwierdzono natomiast ich pogorszenia u żadnego z dzieci.

Omówienie i dyskusja

Zastosowanie metody Biofeedback EEG w rehabilitacji chorych z mózgowym porażeniem dziecięcym jest badaniem wstępnym. Poprzez porównanie wyjściowych oraz końcowych wyników analizy jakościowej i ilościowej EEG, parametrów neurofizjologicznych w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback oraz testów i ankiet oceniających funkcje poznawcze, podjęto próbę oceny i odpowiedzi na pytanie, czy rehabilitacja tą metodą znajdzie praktyczne zastosowanie u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym.

Istotnym elementem w analizie wpływu metody Biofeedback na rehabilitację dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym była ocena zmian amplitudy poszczególnych fal EEG, w szczególności fal theta, beta oraz fal SMR (będących odmianą fal beta). Jednym z celów terapii była próba redukcji amplitudy fal theta oraz wzmocnienie amplitudy fal beta i SMR.

W ocenie zapisu jakościowego EEG, wykonanym przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu cyklu treningów, nie nastąpiły istotne zmiany, które miałyby jakiekolwiek odbicie kliniczne. Stąd wniosek, iż Biofeedback EEG prawdopodobnie nie wpływa w sposób znaczący na zapis EEG. Niemniej jednak nie można jednoznacznie wykluczyć, że Biofeedback EEG nie zmienia zapisu jakościowego EEG. Być może prowadzenie treningów przez znacznie dłuższy okres pozwoliłoby na wyciągnięcie innych niż powyższe wniosków.

Analiza ilościowa EEG (QEEG), będąca badaniem znacznie bardziej czułym [11], przynosi rezultaty odmienne. W jej odczycie wykonanym na początku oraz w końcowym etapie rehabilitacji metodą Biofeedback EEG występują dość znaczące różnice. W zakresie fali delta nastąpiło zmniejszenie jej amplitudy, co sugeruje pozytywny wpływ oddziaływania powyższej metody. Podobnie wygląda sytuacja dla fali theta – również nastąpiła redukcja jej amplitudy. Amplituda fali alfa nie uległa zmianie podczas treningów. Natomiast w zakresie fal beta nastąpiła jedynie nieznaczna poprawa, co oznacza, że amplituda tej fali zmniejszyła się w niewielkim stopniu. Powyższe wyniki pozwalają wysnuć przypuszczenie, że zastosowanie metody Biofeedback EEG może mieć wpływ na zapis ilościowy EEG. Uzyskane przez nas wyniki potwierdzają inne badania, z których wynika, że metoda Biofeedback EEG oddziałuje na ilościowy zapis EEG (QEEG) [4, 8, 12]. Oznacza to, że przy jej zastosowaniu można w określony sposób modulować zapis EEG, czyli zmniejszać bądź zwiększać amplitudę poszczególnych fal.

Jednym z celów terapii z zastosowaniem omawianej metody jest właśnie poprawa zapisu EEG. Prowadząc treningi, ustawiamy parametry dla poszczególnych fal – delta, theta, beta oraz alfa, zależnie od celu terapii. Można stąd wysnuć wniosek, że Biofeedback w sposób istotny oddziałuje na amplitudę konkretnych, pożądanych przez nas fal. Właśnie analiza ilościowa EEG, będąca badaniem bardzo czułym, zdaje się to potwierdzać.

W zakresie parametrów neurofizjologicznych mózgu w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback także zarejestrowano zmiany. Ocena stosunku fal theta do beta wykazała poprawę u 6/10 badanych, natomiast u 4/10 nie zaobserwowano żadnych zmian. Uzyskany wynik wskazuje na poprawę zapisu, gdyż redukcji uległa amplituda fali theta, wzmocnieniu zaś – amplituda fali beta. Ogólny stosunek fal theta/beta zmniejszył się. Podobnie przedstawia się wynik uzyskany dla stosunku fal theta do SMR. Tutaj nastąpiła poprawa u 4/10 badanych, nie stwierdzono zaś zmian – u 6/10. Amplituda fal theta u części badanych uległa redukcji, amplituda fal SMR – wzrostowi. W ogólnym stosunku fal theta/SMR nastąpiła jego redukcja, co również wskazuje na poprawę. Zmiany w zakresie amplitudy dla poszczególnych fal – zarówno w analizie ilościowej, jak i zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback – wykazują obraz podobny. Oznacza to, że w obu wyżej wymienionych metodach badawczych nastąpiła redukcja amplitudy fali theta oraz wzrost amplitudy fali beta, a także fali SMR, co wskazuje na poprawę. Uzyskane przez nas wyniki wydają się być potwierdzone przez innych autorów [13]. Wniosek stąd, że przy zastosowaniu metody Biofeedback EEG, można osiągnąć zmianę amplitudy pożądanych przez nas fal – zależnie od celu terapii.

Poprawa zapisu EEG w trakcie terapii Biofeedback – amplitudy fal beta, SMR oraz theta, a także oceny

ilościowej EEG, może mieć prawdopodobnie wpływ na funkcje poznawcze. Powyższa korelacja nasuwa się po przeanalizowaniu zmian, jakie zaszły w zakresie zapisu EEG oraz funkcji poznawczych po zastosowaniu serii treningów Biofeedback EEG.

Analiza zmian funkcji poznawczych przeprowadzona na podstawie testów także wskazuje na pozytywny wpływ metody Biofeedback EEG na powyższe parametry. Wykonane przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu cyklu treningów testy oceniały szczegółowo m.in. takie funkcje poznawcze, jak: pamięć, koncentracja, szybkość uczenia się wzrokowego i słuchowego, zakres stosowanego słownictwa oraz inne. U znacznej większości badanych nastąpiła poprawa w zakresie ocenianych parametrów. Dokładny rozkład procentowy uzyskanych efektów przedstawiają tabele I i II.

Korzystny wpływ metody Biofeedback EEG na funkcje poznawcze podają również rodzice – w przeprowadzonych z nimi ankietach, oceniających stan dzieci. Jednakże należy zaznaczyć, iż ocena rodziców mogła być subiektywna, ze względu na charakter uwarunkowań, którym mogli się kierować (lepsza ocena własnych dzieci, poświęcanie im swojej uwagi, chęć dowartościowania się).

Warto zauważyć, że największy wpływ metoda Biofeedback EEG odegrała w zakresie poprawy koncentracji uwagi, co może budzić również zainteresowanie m.in. psychologów w związku z terapią ADHD i innych zaburzeń przebiegających z deficytem uwagi. Inne badania prowadzone nad wpływem Biofeedback EEG na funkcje psychiczne również przynoszą pozytywne rezultaty [8, 12, 13]. Z naszych doświadczeń wynika, że omawiana metoda znajduje zastosowanie także w rehabilitacji dzieci z autyzmem oraz osób po urazach czaszkowo-mózgowych [14, 15].Oznacza to, że rehabilitacja z zastosowaniem prezentowanej metody, pozwala na uzyskanie poprawy w zakresie wielu funkcji poznawczych u pacjentów z różnymi zaburzeniami, w tym z mózgowym porażeniem dziecięcym.

Na podstawie uzyskanych wyników można wysunąć tezę, iż zastosowanie metody Biofeedback EEG wpływa korzystnie na obraz EEG, parametry neurofizjologiczne mózgu w zapisie EEG oraz funkcje poznawcze u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. Największe znaczenie praktyczne dla pacjentów mają korzystne zmiany w zakresie funkcji psychicznych u dzieci, gdyż odgrywają one rolę w funkcjonowaniu codziennym, zarówno w środowisku szkolnym jak i domowym. Poprawa przede wszystkim koncentracji uwagi, pamięci, jak również innych umiejętności w zakresie percepcji i ekspresji może dawać szansę na poprawę jakości życia i egzystencji pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym.

Progresja zmian u dzieci w zakresie wyżej wymienionych funkcji jako odpowiedź na treningi prowadzone z zastosowaniem metody Biofeedback EEG, wydaje się potwierdzać, iż jest to skuteczna forma neurorehabilitacji.

Podsumowanie

Celem pracy była ocena wpływu metody Biofeedback EEG na funkcje poznawcze oraz obraz EEG dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym.

Analiza wyników uzyskanych na podstawie badań przeprowadzonych przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu terapii pozwala przypuszczać, iż omawiana metoda ma wpływ na stan kliniczny, jak również zapis EEG pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym.

W analizie jakościowej EEG nie zarejestrowano istotnych klinicznie zmian wskutek prowadzonej terapii. Odmienne natomiast wnioski płyną z analizy ilościowej EEG: zanotowano redukcję amplitudy fal theta i delta oraz nieznaczne wzmocnienie amplitudy fal beta. Zmiany te należy uznać za poprawę zapisu, co było jednym z celów terapii. Również w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback nastąpiła poprawa parametrów neurofizjologicznych mózgu. Wzrosła amplituda fal beta i SMR, spadła natomiast amplituda fal theta. Na podstawie przedstawionych danych można przypuszczać, że wymieniony trening ma wpływ na obraz EEG w analizie ilościowej oraz w zapisie EEG w trakcie terapii Biofeedback.

W ocenie poszczególnych funkcji poznawczych u dzieci, przeprowadzonej przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu ćwiczeń, na podstawie szczegółowych testów psychologicznych oraz ankiet skierowanych do rodziców na temat stanu dzieci, również uzyskano poprawę. Najistotniejszą zmianą spośród wszystkich funkcji poznawczych był wzrost koncentracji uwagi. Pozwala to zatem na twierdzenie, iż istnieje korelacja między uzyskaną poprawą w zakresie wyżej wymienionych parametrów a prowadzoną terapią metodą Biofeedback EEG.

Wydaje się zatem, iż przedstawione wyniki uzasadniają prowadzenie dalszych badań w tym zakresie, co pozwoli na szczegółową ocenę klinicznej skuteczności metody Biofeedback EEG, m.in. w rehabilitacji dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym.

[*] *Oparto się na następujących wzorach:*
** Piszczek M.: Równe szanse. Sewenth Sea, Warszawa 2001; Rutkowska A.: Neuropsychologiczna ocena zaburzeń pamięci w dysfunkcjach mózgowych. UMCS, Lublin 2000, 197–212; Tarkowski Z.: Test Słownika Dziecka. Wyd. Fundacji „Orator", Lublin 1998.*
[*] *Bogdanowicz M.: Skala ryzyka dysleksji CSRD w profilaktyce specyficznych trudności w czytaniu i pisaniu u dzieci, „Scholasticus" 1995, nr 1.*

Piśmiennictwo

[1] Kułak W., Sobaniec W., Smigielska-Kuzia J. et al.: Comparison of spastic diplegic and tetraplegic cerebral palsy. Pediatr. Neurol., 2005:32, 311–317.
[2] Kułak W., Sobaniec W.: Risk factors and prognosis of epilepsy in children with cerebral palsy in north-eastern Poland. Brain & Development 2003, 27, 499–506.
[3] Kułak W., Sobaniec W.: Comparisons of right and left hemiparetic cerebral palsy. Pediatr. Neurol., 2004:31, 101–108.
[4] Kaiser D.: Effect of SMR-beta training on neurocognitive performance. Presented 1999 Winter Conference on brain function modification and training. Palm Springs CA.
[5] Moore N.C.: A review of EEG Biofeedback treatment of anxiety disorders. Clin. EEG, 2000:31, 1, 1–6.
[6] Sterman M.B.: Basic Koncept and clinical findings In the treatment of seizures disorders with EEG operant conditioning. Clin. EEG, 2000:31, 1, 45–55.
[7] Bobrowski R., Sobaniec W., Kułak W. et al.: Zastosowanie metody Biofeedback EEG w terapii i rehabilitacji zaburzeń neurologicznych u pacjenta po urazie czaszkowo-mózgowym. Fizjoterapia, 2004:4 (12), 5–11.
[8] Byers, Alvah P.: Neurofeedback therapy for a mild head injury. Journal of Neurotherapy, 1995:1 (1), 22–37.
[9] Faber J., Zelinkowa O.: Spectral analysis of EEG during rest and reading in normal and dislexic children. Med. Sci. Monit., 1996:2, 4, 461–465.
[10] Thatcher R.W.: EEG operant conditioning and traumatic brain injury. Clin. EEG, 2000:31, 1, 38–45.
[11] Kułak W., Sobaniec W.: Analiza spektralna i koherencyjna EEG u dzieci z porażeniem mózgowym: diplegia spastica. Przegl. Lek., 2003:60, Suppl. 1, 23–27.
[12] Hoffman, Daniel A., Stockdale, et al.: Diagnosis and treatment in head injury. Journal of Neurotherapy, 1995:1 (1), 14–21.
[13] Linden M., Habib T., Radojevic V.: A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities. Biofeedback and Self Regulation, 21, 35–49.
[14] Sendrowski K., Otapowicz D., Sobaniec W. et al.: Przypadek autyzmu maskowanego padaczką. Neurologia Dziecięca, 2004:13 (25), 63–67.
[15] Bobrowski R., Sobaniec S., Sobaniec W. et al.: Zastosowanie metody Biofeedback EEG w rehabilitacji pacjenta po urazie czaszkowo-mózgowym. V Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Rehabilitacji, Rzeszów, 1–4 września 2004.

Adres autora:
Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej
Akademii Medycznej w Białymstoku
Samodzielny Publiczny Dziecięcy Szpital Kliniczny
15–274 Białystok, ul. J. Waszyngtona 17
e-mail: rb10@interia.pl