

Martyna Wiśniewska¹, Agnieszka Gmitrowicz¹, Nina Pawełczyk²

Zastosowanie QEEG w psychiatrii z uwzględnieniem populacji rozwojowej

Application of QEEG in psychiatry taking into account the population of children and adolescents

¹Klinika Psychiatrii Dzieci i Młodzieży, Centralny Szpital Kliniczny w Łodzi, Łódź, Polska

²Centrum Diagnostyki i Terapii Autyzmu w Łodzi, Łódź, Polska

Adres do korespondencji: Agnieszka Gmitrowicz, Klinika Psychiatrii Młodzieżowej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Czechosłowacka 8/10, 92-216 Łódź, e-mail: agnieszka.gmitrowicz@umed.lodz.pl

Streszczenie

Celem pracy jest omówienie metody QEEG w kontekście jej przydatności w stawianiu diagnozy psychiatrycznej oraz monitorowaniu skutków oddziaływań psychologicznych i/lub psychofarmakologicznych na podstawie przeglądu dostępnego piśmiennictwa. Autorki starały się określić zastosowania omawianej metody w psychiatrii dzieci i młodzieży. QEEG polega na ilościowej analizie zapisu EEG za pomocą obróbki statystycznej sygnału. Metoda ta jest powszechnie wykorzystywana w celu przygotowania zaleceń terapeutycznych do treningu neurofeedback. Za granicą coraz częściej pisze się o próbach wdrażania QEEG w diagnostyce różnych chorób – także psychicznych. Większość doniesień nadal dotyczy zagadnień nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (porównanie skutków neurofeedbacku i oddziaływań farmakologicznych, odróżnianie podtypów choroby). Inne analizy odnoszą się do diagnozowania chorób psychicznych, różnicowania ich podtypów, przewidywania skutków leczenia farmakologicznego, porównania skuteczności poszczególnych metod leczenia. Popularne stają się badania nad pacjentami z depresją i schizofrenią. QEEG okazało się przydatne w ocenie skuteczności farmakoterapii depresji, według badaczy umożliwia też przewidywanie zachorowania na schizofrenię, różnicowanie jej podtypów i określanie skuteczności leczenia. Istnieją badania poświęcone analizie zmian w zapisie QEEG charakterystycznych dla uzależnienia od metamfetaminy i dla zaburzeń odżywiania. Mało jest natomiast analiz na temat użycia tej metody w psychiatrii dzieci i młodzieży – z wyjątkiem badań, które odnoszą się do roli QEEG w terapii neurofeedback pacjentów z zespołem nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi czy skuteczności typów leków używanych w terapii tej choroby. Znaleziono jedną pracę poruszającą problematykę dzieci z autyzmem (w odniesieniu do treningu EEG biofeedback). Konieczne wydaje się poszerzenie badań o zastosowanie ilościowego QEEG w pracy z dziećmi i adolescentami cierpiącymi na choroby psychiczne.

Słowa kluczowe: ilościowa analiza EEG, neurofeedback, psychiatria dzieci i młodzieży

Abstract

The aim of the study is to discuss QEEG method in the context of its usefulness for confirming neurodevelopmental disorders, and evaluating the effectiveness of psychiatric and/or psychological interventions, based on a review of available literature. It attempts to determine the applicability of this method in child and adolescent psychiatry. QEEG is quantitative analysis of EEG record using statistical processing of the signal. This method is commonly used to prepare therapeutic recommendations for neurofeedback training. Attempts at implementation of QEEG in diagnosis of various diseases have been increasingly often described in foreign studies. This also applies to psychiatry. Most reports still tackle attention deficit hyperactivity disorder (comparison of the effects of neurofeedback therapy and pharmacological interactions, distinguishing subtypes of the disease). Other analyses are concerned with diagnosing mental illnesses, differentiating their subtypes, predicting effects of pharmacological therapy, comparing the effectiveness of different treatments. Studies of patients with depression and schizophrenia are also becoming popular. QEEG has proved useful in determining the efficacy of pharmacological treatment of depression. According to the researchers, this method enables prediction of schizophrenia, differentiation of its subtypes, and determining the effectiveness of its treatment. There are studies devoted to the analysis of changes in EEG characteristic of methamphetamine addiction or eating disorders. There is, however, little research regarding the use of this method in child and adolescent psychiatry, even though there obviously exist many studies related to the use of QEEG in neurofeedback therapy in the youngest patients with attention deficit hyperactivity disorder, or studies on the effectiveness of various types of medications used in the treatment of this disease. One study discussing EEG biofeedback training in autistic children has also been published. It seems necessary to expand research on the use of quantitative QEEG in work with children and adolescents suffering from psychiatric entities.

Key words: quantitative analysis of electroencephalogram, neurofeedback, child and adolescent psychiatry

WSTĘP

Ustalanie rozpoznania to kluczowy etap całego procesu diagnostyczno-terapeutycznego prowadzonego przez psychiatrę dzieci i młodzieży. Błędna decyzja może mieć poważne konsekwencje zdrowotne, dlatego tak ważne jest dodatkowe wsparcie procesu diagnostycznego przez zobiektywizowane badania. Jednym z nich może być QEEG, czyli ilościowa analiza EEG (*quantitative electroencephalogram*). Celem tego bezpiecznego i bezbolesnego badania jest zobrazowanie pracy mózgu pacjenta w sposób ilościowy przez statystyczną obróbkę sygnału EEG. Zapis EEG jest konwertowany na mapy i wykresy mocy widma EEG (Thompson i Thompson, 2012). Wyniki licznych badań, realizowanych m.in. w bieżącej dekadzie, przyczyniły się do rozpowszechnienia tej techniki w rozpoznawaniu wielu zaburzeń i planowaniu terapii. Celem pracy jest przeanalizowanie metody QEEG – z uwzględnieniem jej przydatności w procesie stawiania diagnozy psychiatrycznej u dzieci i młodzieży oraz monitorowaniu skuteczności interwencji psychologicznej i/lub psychofarmakologicznej – na podstawie przeglądu literatury przedmiotu. To pierwsza część pracy, będąca wstępem do studium przypadku (w przygotowaniu).

BADANIE QEEG

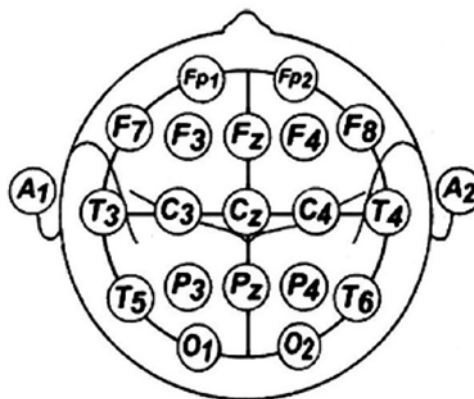
Nieinwazyjna metoda QEEG dostarcza lekarzowi psychiatrze ilościową analizę czynności mózgu w spoczynku i w czasie dowolnie wybranej aktywności. Badanie standardowo trwa około 10–15 minut i dzieli się na trzy etapy, każdy po 3–5 minut. Pierwszy etap to zapis przy zamkniętych oczach, drugi – przy otwartych, a ostatni odbywa się w trakcie wykonywania zadania (Borkowski, 2015), którego trudność jest dostosowana do możliwości badanego. Próby są przeprowadzane po uzyskaniu zgody pacjenta i przy jego całkowitym zaangażowaniu.

Ekran QEEG umożliwia oglądanie map widma dla jednej z czterech wartości (tab. 1). Ilościowe EEG dostarcza informacji o amplitudzie oraz mocy dla określonych częstotliwości i miejsc na głowie. Wskazuje także współczynniki i odchylenia standardowe (Kropotov, 2009).

Uzyskane mapy mocy widma EEG dla zakresów pasm należy rozpatrywać z uwzględnieniem rozkładu elektrod według systemu 10–20 (ryc. 1), czyli międzynarodowego schematu opartego na precyzyjnych pomiarach czaszki badanego w charakterystycznych punktach. Krzywizna czaszki jest tu obrazowana w trzech płaszczyznach: strzałkowej, poziomej i wieńcowej (Zamysłowski, 2015).

QEEG A EEG

W QEEG zapis wykonywany jest tak samo jak w badaniu EEG, przy czym w odróżnieniu od typowego EEG nie przeprowadza się prób z hiperwentylacją i fotostymulacją, lecz wyłącznie próby wymienione wcześniej. Przedmiotu oceny



Ryc. 1. Rozkład elektrod EEG według systemu 10–20

nie stanowi jakościowy zapis EEG. Ponieważ zapis QEEG obejmuje falową i spektralną analizę EEG, dobrą praktyką jest jednak wzrokowa ocena tego zapisu w celu wykluczenia ewentualnych zmian, np. napadowych. W tym zakresie niezbędna okazuje się na ogół pomoc specjalisty w zakresie oceny EEG.

Należy podkreślić, że ilościowa encefalografia pełnociepko- wa daje możliwość rejestracji równoczesnej zmiany zapisu EEG (według algorytmu matematycznego) na zapis ilościowy, co otwiera drogę do sondowania trudności o podłożu neuronalnym. QEEG umożliwia dalszą, precyzyjną analizę materiału uzyskanego z EEG za pomocą obliczeniowego programu komputerowego. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu badanie to pozwala zgromadzić dużo więcej danych na temat stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego niż EEG. Dzieje się tak, ponieważ przy użyciu omawianej metody można odróżnić i zdefiniować najmniejsze nieprawidłowości w pracy mózgu – zarówno u osób z pogranicza normy, jak i u tych z uszkodzeniami mózgu (Pąchalska *et al.*, 2014).

Równocześnie QEEG, tak jak EEG, charakteryzuje się dużą czułością w zakresie rozdzielczości czasowej (pokazuje się je w czasie rzeczywistym). U pacjentów z wyraźnymi symptomami zaburzeń koncentracji i innych funkcji poznawczych oraz zaburzeń emocjonalnych jakościowe badanie EEG często jest oceniane jako prawidłowe lub na pograniczu normy. Dopiero ilościowa analiza pozwala wskazać problem (Pąchalska *et al.*, 2014). Dzięki technice QEEG istnieje możliwość ustalenia podłoża nieprawidłowości w funkcjonowaniu obszarów kory mózgowej oraz korelacji stanu klinicznego z obrazami mapy mocy i wykresów QEEG (Thompson i Thompson, 2012). Celność rozpoznania QEEG oscyluje na poziomie 70–90%.

QEEG W BADANIACH POLSKICH I ZAGRANICZNYCH

QEEG to stosunkowo młode narzędzie. W Polsce pierwsze szkolenie poświęcone metodzie EEG biofeedback przeprowadzono w 2001 roku – był to czas pionierskich prób

Wartość mocy (P)	Wynik zawsze jest ≥ 0 . Sens korzystania z tego parametru polega na tym, że promuje on amplitudy największe. Moc jest tu liczona dla każdej fali osobno (co widać na mapach mocy widma).
Wartość amplitudy (A)	Wynik może być dodatni, ujemny lub równy 0. Parametr ten (uzyskiwany po wyciągnięciu pierwiastka kwadratowego z mocy) może być porównywany z wynikami treningu amplitudy, jeśli pozostałe zmienne są identyczne.
Wartość udziału procentowego mocy sygnału (%P)	Umożliwia sprawdzenie, czy udział procentowy fal mózgowych w zapisie jest prawidłowy. Mapy te odzwierciedlają obecność fali w danej okolicy (udział procentowy w widmie, nie jej moc), dzięki czemu są pomocne w ocenie pracy kory mózgowej. Wykorzystuje się je do oceny postępów terapeutycznych, gdy trening jest nastawiony na zmianę udziału danego pasma w widmie mocy EEG.
Wartość logarytmu z P – log(P)	Wartość logarytmu z P

Tab. 1. Wartości map widma

diagnostycznych w zakresie tzw. mapowania mózgu. W kraju dopiero kilka lat temu zaczęto stosować pełnoczepkową diagnozę QEEG. Zazwyczaj badanie to służy wykluczeniu patologii mózgu, która wymagałaby interwencji neurologicznej, oraz zobrazowaniu jego pracy w celu rozpoznania potencjalnych zaburzeń i przygotowania planu terapeutycznego (Borkowski, 2015). Jak zauważa Borkowski, głównym celem stosowania tego narzędzia nadal jest opracowanie zaleceń terapeutycznych do treningu neurofeedback. Jednak coraz częściej pojawiają się doniesienia o wdrażaniu omawianej metody jako narzędzia wspierającego diagnostykę różnych zaburzeń, nie tylko psychiatrycznych. Istnieją m.in. prace dotyczące użycia QEEG w diagnostyce choroby Parkinsona, choroby Alzheimera, padaczki czy migrenowych bólów głowy. Bousleiman i wsp. (2015) analizowali zmiany w zapisie QEEG charakterystyczne dla choroby Parkinsona. Stwierdzili, że określone zmiany mocy sygnału fal alfa i theta mogą być markerami pozwalającymi rozpoznawać chorobę. Są one bowiem związane z występowaniem łagodnych zaburzeń poznawczych (*mild cognitive impairment*, MCI) u pacjentów z chorobą Parkinsona.

W innych badaniach starano się porównać mechanizmy patofizjologiczne demencji w chorobie Alzheimera z otępieniem w chorobie Parkinsona (*Parkinson's disease dementia*, PDD). Ilościowe EEG wykazywało różnice w zapisie, co można powiązać z odmiennymi mechanizmami korowych połączeń nerwowych w obu jednostkach chorobowych (Fonseca *et al.*, 2013). Z kolei Walker (2011), opierając się na zapisie QEEG, dowodzi skuteczności interwencji neurofeedback w redukcji bądź eliminacji migrenowych bólów głowy.

W piśmiennictwie pojawiają się coraz to nowe informacje na temat wykorzystania QEEG w praktyce psychiatrycznej (Kostulski *et al.*, 2011). Najwięcej dotychczasowych prac poświęcono nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (*attention deficit hyperactivity disorder*, ADHD) (m.in. Flisiak-Antonijczuk *et al.*, 2014; Micoulaud-Franchi *et al.*, 2014).

QEEG W TERAPII ADHD

Thompson i Thompson (1998) oceniają skuteczność terapii neurofeedback i metod metakognitywnych w leczeniu dzieci i dorosłych z ADHD. Zbadano 98 pacjentów w wieku 5–17 lat oraz 13 osób w wieku 18–63 lat. Do oceny

efektywności oddziaływań użyto m.in. ilościowego EEG. Zapis badania obrazowego i wyniki testów wskazywały na skuteczność wymienionych metod w zmniejszaniu objawów ADHD oraz poprawie funkcjonowania intelektualnego chorych. Autorzy podkreślają, iż nie były to badania kontrolowane, jednak ich rezultaty pokrywają się z doniesieniami z innych publikacji.

Również Ogrim i Hestad (2013), porównując efektywność neurofeedbacku i leczenia farmakologicznego u chorych na ADHD, jako jedną z metod oceny niezawodności obu terapii wykorzystywali analizę zapisu QEEG. Monastra i wsp. (2002) w badaniach porównawczych nad skutecznością terapii lekowej, treningu EEG biofeedback i stylu wychowania w leczeniu dzieci z deficytem uwagi określali efekty wymienionych metod, używając ilościowej encefalografii pełnoczepkowej. Powtórzony po roku zapis QEEG ujawnił znaczącą poprawę w obrębie trenowanych okolic korowych tylko u pacjentów, którzy stosowali EEG biofeedback. Sposób wychowania wpływał na ekspresję objawów behawioralnych jedynie w domu (nie zaobserwowano zmian w zachowaniu w środowisku szkolnym).

Istnieją także badania oceniające efekty treningu EEG biofeedback w leczeniu dzieci z deficytem uwagi i/lub nadpobudliwością psychoruchową – potwierdzono użyteczność QEEG (Friel, 2007), jednak autor negatywnie ocenia niektóre aspekty stosowania tej metody. Jak twierdzi, mimo widocznej poprawy w funkcjonowaniu dzieci po terapii EEG biofeedback efekty nie zawsze były obserwowane w zapisie mapowania mózgu. Ponadto użycie QEEG zwiększa koszty terapii.

Doniesienia na temat specyfiki zapisu QEEG u dzieci z deficytem koncentracji uwagi bez zachowań nadpobudliwych i impulsywnych (*attention deficit disorder*, ADD) oraz u tych z ADHD dowodzą, że pacjenci wykazują różne podtypy neurofizjologicznych nieprawidłowości, dzięki czemu za pomocą ilościowego EEG można łatwo oddzielić obie grupy.

Ilościowa encefalografia pełnoczepkowa może być też wykorzystywana w celu odróżnienia dzieci, które reagują pozytywnie na podanie dekstroamfetaminy, od tych, które odpowiadają na metylofenidat (Chabot *et al.*, 1996). Aktualne randomizowane badania porównujące skuteczność neurofeedbacku oraz leczenia metylofenidatem – prowadzone właśnie przy użyciu QEEG – wskazują na porównywalną efektywność obu terapii. Dodatkowo działanie

neuroterapii utrzymuje się po zakończeniu treningów; podobnych efektów nie zauważa się po odstawieniu leków (Meisel *et al.*, 2003).

Ponadto szeroko zakrojone badania z ostatniej dekady dowodzą, iż da się rozpoznać określone podtypy zapisu QEEG w ADHD. Istnieje również świadomość potrzeby użycia różnych protokołów neurofeedbacku w celu skorygowania nieprawidłowości QEEG w konkretnych odmianach ADHD (Pąchalska *et al.*, 2014).

QEEG A INNE CHOROBY PSYCHICZNE

Okazuje się, że ilościowe EEG może być przydatne w ocenie skuteczności leczenia psychiatrycznego innych jednostek chorobowych.

W kontynuowanych badaniach Jarusiewicz nad efektywnością treningów neurofeedbacku u dzieci z autyzmem autorzy wykorzystują QEEG jako jedną z metod analizy skuteczności tych oddziaływań. W grupie eksperymentalnej znacząco poprawę odnotowano w zakresie uwagi, funkcji wykonawczych, percepcji wzrokowej i funkcji językowych (Coben i Padolsky, 2007).

Breteler i wsp. (2010) badali rezultaty neurofeedbacku w grupie dzieci z dysleksją i zastosowali w tym celu QEEG. Wykazali, iż problemy z czytaniem i pisaniem były związane z widocznymi w QEEG zmianami w płatach czołowych lewej półkuli. Trening doprowadził do poprawy funkcji pisania, nie zredukował natomiast trudności z czytaniem. Wyniki te potwierdziły się w ilościowym EEG: brak zmian czołowo-centralnych wskazuje na utrzymujące się problemy z czytaniem, a większa spójność fal alfa – na poprawę w zakresie procesów uwagi, która mogła korzystnie wpłynąć na umiejętność pisania.

Kubik (2015) także odnotowuje powiązanie wzorców bioelektrycznych mózgu ze stanami psychoneuronalnymi. Ocenie podlega m.in. wpływ neurofeedbacku na zaburzenia emocji i zachowania, tiki, zaburzenia mowy, autyzm i zaburzenia snu. W każdym przypadku obserwuje się określone, stałe zaburzenia czynności bioelektrycznej, które zmniejszają się pod wpływem treningu neurofeedbacku.

Przydatność ilościowego EEG w identyfikacji pacjentów z przewagą objawów pozytywnych oraz tych z przewagą objawów negatywnych sprawdzano w badaniach dotyczących chorych na schizofrenię (Gerez i Tello, 1995). Autorzy utrzymują, że zapis QEEG w obu grupach różnił się pod względem czynności theta i delta okolic czołowych. Tak więc ilościowa analiza zapisu pracy mózgu może odgrywać rolę markera w różnicowaniu dwóch wymiarów choroby.

Inne badania, które przeprowadzili Surmeli i wsp. (2012), dotyczą efektywności neurofeedbacku u osób cierpiących na schizofrenię. Zapis QEEG u wszystkich pacjentów wskazywał na przewlekły przebieg choroby, co potwierdziła ocena kliniczna. Na podstawie wyników testów psychologicznych i zapisu QEEG, wykonanych po serii treningów neurofeedbacku, u chorych stwierdzono poprawę w zakresie funkcjonowania.

Najnowsze badania wskazują na związek zmian w zapisie QEEG i EEG z zaburzeniami depresyjnymi (Olbrich i Arns, 2013). Powstał też przegląd prac na temat roli EEG i QEEG w przewidywaniu skuteczności leczenia przeciwdepresyjnego. Radziszewska i wsp. (2015) wykazali, iż różnice w zapisie fal w ilościowej encefalografii na początku farmakoterapii pokrywają się z późniejszą poprawą stanu klinicznego. Także u pacjentek z anoreksją (*anorexia nervosa*, AN) i bulimią (*bulimia nervosa*, BN) stwierdzono przydatność ilościowego EEG w wykrywaniu pozytywnych zmian aktywności korowych (Rodriguez *et al.*, 2007) – zaburzeniom odżywiania (takim jak AN i BN) towarzyszą bowiem nieprawidłowości w zapisie fal alfa w obszarach korowych. Autorzy podkreślają, iż jest to pierwsze badanie odnoszące się do tych zaburzeń. Omawiana metoda znalazła zastosowanie również w przypadku osób uzależnionych od metamfetaminy i od niedawna będących w abstynencji. Okazało się, że badani wykazywali zmiany zgodne z tymi występującymi w encefalopatii (Newton *et al.*, 2003).

Raport Komitetu Naukowego Amerykańskiego Towarzystwa Neuropsychiatrów z 2006 roku opisuje przydatność elektroencefalografii w psychiatrycznej diagnostyce klinicznej oraz w określaniu rokowania i leczeniu chorób psychicznych. Autorzy zwracają uwagę na stosowanie badania QEEG w celu wykrycia i ułatwienia diagnozy różnicowej konkretnych zaburzeń wieku rozwojowego (trudności w uczeniu się, zaburzenia z deficytami uwagi), depresji, choroby afektywnej dwubiegunowej czy zaburzeń przebiegających z otępieniem. Według autorów artykułu QEEG daje obiecującą perspektywę prognozowania efektywności użytych leków i przewidywania przebiegu choroby. Jednak badania w tym zakresie nie są na tyle zaawansowane, by można było rutynowo stosować analizowaną metodę w praktyce klinicznej (Coburn *et al.*, 2006).

Zważywszy na to, że zapis EEG jest od lat wykorzystywany w diagnozowaniu niektórych zaburzeń neurologicznych, możliwe wydaje się wyszukanie danych z map mózgu (QEEG) i skorelowanie ich z zaburzeniami psychiatrycznymi. Istnieją już doniesienia mówiące o endofenotypowej klasyfikacji zaburzeń – jako przykład może posłużyć klasyfikacja Kropotova (tab. 2; Kropotov, 2009).

WNIOSKI

Obecnie powstaje coraz więcej rzeczowych badań na temat neuronalnych mechanizmów EEG. Analizy wskazują na użyteczność QEEG w przewidywaniu skutków leczenia, ocenie efektywności neurofeedbacku, porównywaniu skuteczności terapii lekowej i neurofeedbacku, a także określaniu podtypów i diagnozy różnicowej chorób – również psychicznych. Okazuje się jednak, że istnieje niewiele danych dotyczących stosowania ilościowej encefalografii pełnoczępkowej w badaniach dzieci i nastolatków leczonych psychiatrycznie.

Przeważająca część doniesień skupia się na wykorzystaniu omawianej metody do treningu neurofeedbacku

Kategoria diagnostyczna DSM-IV	Przykłady zaburzeń	System mózgu	EEG endofenotyp	ERP endofenotyp
Pierwsze rozpoznanie u niemowląt, dzieci i adolescentów	ADHD, autyzm, zaburzenia uczenia się, zaburzenia zachowania	System wykonawczy	Zwiększenie współczynnika theta/beta frontocentralnie	Spadek stosunku P2, spadek kontrolnych P4
Zaburzenia psychotyczne	Schizofrenia	System wykonawczy	Zwiększenie aktywności beta frontalnie	Zmniejszenie P3b
Zaburzenia nastroju	Ciężka depresja, zaburzenia dwubiegunowe	System afektywny	L>P frontalnie Asymetria aktywności alfa	Podwyższone ERPs dla bodźca negatywnego L–R asymetria w ERP
Zaburzenia lękowe	Zaburzenia obsesyjno-kompulsyjne, uogólnione zaburzenia lękowe, stres pourazowy	System wykonawczy	Zwiększenie aktywności beta centralnie	Spadek kontrolnych P4
Delirium, demencja, zaburzenia amnestyczne i inne zaburzenia poznawcze	Choroba Alzheimera	System pamięci epizodycznej	Zwiększenie aktywności theta frontocentralnie	Spadek elementów kontrolnych P3b i P4
Uzależnienia	Uzależnienie od heroiny, alkoholizm	System afektywny i wykonawczy	Zwiększenie aktywności beta centralnie	Spadek kontrolnych P4

Tłumaczenie za: Kropotov, 2009.

Tab. 2. Klasyfikacja chorób mózgu i ich endofenotypów

u najmłodszych cierpiących na ADHD. Tylko raz poruszono tę kwestię w odniesieniu do chorych na autyzm dziecięcy. Istnieją też badania na grupie dzieci z dysleksją oraz dotyczące różnicowania chorych na ADHD i ADD za pomocą analizowanej tu metody obrazowej. Inne badania związane z wykorzystaniem QEEG w ocenie skuteczności leczenia farmakologicznego, porównywaniu efektów neurofeedbacku i terapii lekowej, przewidywaniu postępów choroby czy diagnozowaniu podtypów chorób dotyczą już osób dorosłych (cierpiących na depresję i schizofrenię) – podobnie jak badania określające charakterystykę pracy mózgu pacjentów uzależnionych od metamfetaminy i cierpiących na zaburzenia odżywiania. Również w Polsce większość doniesień koncentruje się na wpływie neurofeedbacku na postępy w terapii ADHD lub na wykorzystaniu ilościowego EEG w prognozowaniu skutków leczenia chorób (w tym chorób psychicznych) głównie u dorosłych. Konieczne wydaje się poszerzenie bazy danych o badania na grupie dzieci i adolescentów leczonych psychiatrycznie.

Choć metody elektroencefalografii są coraz bardziej popularne, żadna z baz normatywnych nie korzysta z ich bogactwa. W najbliższych latach prawdopodobnie będzie można zaobserwować szerokie wykorzystanie tych nowych narzędzi w praktyce klinicznej.

Konflikt interesów

Autorki nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Piśmiennictwo

- Borkowski P (ed.): Biofeedback. Innowacje. Akademia im. Jana Długosza, Częstochowa 2015.
- Bousleiman H, Chaturvedi M, Gschwandtner U *et al.*: P122. Alpha1/theta ratio from quantitative EEG (qEEG) as a reliable marker for mild cognitive impairment (MCI) in patients with Parkinson's disease (PD). *Clin Neurophysiol* 2015; 126: e150–e151.
- Breteler M, Arns M, Peters S *et al.*: Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2010; 35: 5–11.
- Chabot RJ, Merkin H, Wood LM *et al.*: Sensitivity and specificity of QEEG in children with attention deficit or specific developmental learning disorders. *Clin Electroencephalogr* 1996; 27: 26–34.
- Coben R, Padolsky I: Assessment-guided neurofeedback for autistic spectrum disorder. *J Neurother* 2007; 11: 5–23.
- Coburn KL, Lauterbach EC, Boutros NN *et al.*: The value of quantitative electroencephalography in clinical psychiatry: a report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 2006; 18: 460–500.
- Flisiak-Antonijczuk H, Adamowska S, Chłodzińska-Kiejna S *et al.*: Metoda EEG-biofeedback w terapii pacjentów z rozpoznaniem ADHD – przegląd badań. *Pediatr Med Rodz* 2014; 10: 91–96.
- Fonseca LC, Tedrus GMAS, Carvas PN *et al.*: Comparison of quantitative EEG between patients with Alzheimer's disease and those with Parkinson's disease dementia. *Clin Neurophysiol* 2013; 124: 1970–1974.
- Friel PN: EEG biofeedback in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder. *Altern Med Rev* 2007; 12: 146–151.
- Gerez M, Tello A: Selected quantitative EEG (QEEG) and event-related potential (ERP) variables as discriminators for positive and negative schizophrenia. *Biol Psychiatry* 1995; 38: 34–49.
- Kostulski A, Jasek A, Gmitrowicz A: Biofeedback EEG w praktyce lekarza psychiatry. *Wiad Psychiatr* 2011; 14: 231–236.
- Kropotov JD: Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy. Academic Press, San Diego, CA 2009.
- Kubik A: Neurofizjologiczne podstawy EEG biofeedbacku. In: Kubik A (ed.): Szkolenie licencyjne specjalisty i terapeuty biofeedbacku. Część II. Polskie Towarzystwo Neurofizjologii Klinicznej, Wydawnictwo Elmiko, Milanówek 2015: 63–68.
- Meisel V, Servera M, Garcia-Banda G *et al.*: Neurofeedback and standard pharmacological intervention in ADHD: a randomized controlled trial with six-month follow-up. *Biol Psychol* 2003; 94: 12–21.

- Micoulaud-Franchi JA, Geoffroy PA, Fond G *et al.*: EEG neurofeedback treatments in children with ADHD: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Hum Neurosci* 2014; 8: 906.
- Monastra VJ, Monastra DM, George S: The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2002; 27: 231–249.
- Newton TF, Cook IA, Kalechstein AD *et al.*: Quantitative EEG abnormalities in recently abstinent methamphetamine dependent individuals. *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 410–415.
- Ogrim G, Hestad KA: Effects of neurofeedback versus stimulant medication in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized pilot study. *J Child Adolesc Psychopharmacol* 2013; 23: 448–457.
- Olbrich S, Arns M: EEG biomarkers in major depressive disorder: discriminative power and prediction of treatment response. *Int Rev Psychiatry* 2013; 25: 604–618.
- Pąchalska M, Kaczmarek BLJ, Kropotov JD: *Neuropsychologia kliniczna. Od teorii do praktyki*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.
- Radziszewska M, Kaźmierski J, Sobów T: Predyktory odpowiedzi na leczenie przeciwdepresyjne w zapisie EEG i QEEG. *Psychiatr Psychol Klin* 2015; 15: 19–25.
- Rodriguez G, Babiloni C, Brugnolo A *et al.*: Cortical sources of awake scalp EEG in eating disorders. *Clin Neurophysiol* 2007; 118: 1213–1222.
- Surmeli T, Ertem A, Eralp E *et al.*: Schizophrenia and the efficacy of qEEG-guided neurofeedback treatment: a clinical case series. *Clin EEG Neurosci* 2012; 43: 133–144.
- Thompson L, Thompson M: Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: effectiveness in students with ADD. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 1998; 23: 243–263.
- Thompson M, Thompson L: Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej. Wydawnictwo Biomed Neurotechnologie, Wrocław 2012.
- Walker JE: QEEG-guided neurofeedback for recurrent migraine headaches. *Clin EEG Neurosci* 2011; 42: 59–61.
- Zamysłowski S: Schematy rozmieszczenia elektrod EEG u człowieka. In: Kubik A (ed.): *Szkolenie licencyjne specjalisty i terapeuty biofeedbacku. Część II*. Polskie Towarzystwo Neurofizjologii Klinicznej, Wydawnictwo Elmiko, Milanówek 2015: 47–51.