

\*Aleksander Sobieszek

# Wzory zapisu EEG o charakterze napadowym

## EEG paroxysmal patterns

Klinika Neurologii i Epileptologii, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego,  
Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. prof. W. Orłowskiego, Warszawa  
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. med. Urszula Fiszer

### Streszczenie

**Wstęp.** Praca poświęcona jest problemom identyfikacji i kwalifikacji wzorów zapisu aktywności bioelektrycznej mózgu określanych jako zmiany o charakterze napadowym – w odniesieniu do stosowanej współcześnie terminologii i na tle współczesnych możliwości wynikających z zastosowania metod cyfrowej rejestracji i analizy zapisów EEG.

**Cel pracy.** Celem pracy jest prezentacja wyników zastosowania dostępnych współcześnie metod rejestracji i analizy zapisów elektroencefalograficznych, ułatwiających jednoznaczną identyfikację zjawisk o charakterze napadowym.

**Materiał i metody.** W pracy przedstawiono wybrane fragmenty zapisów EEG ilustrujące zjawiska napadowe. Rozkłady potencjałów w systemie 10-20 lokalizacji elektrod ilustrowano w postaci map chwilowych i przestrzenno-czasowych z uwzględnieniem zastosowania metod mających na celu bardziej precyzyjną ocenę lokalizacji oraz generatorów pól elektrycznych, określanych jako Laplasjany oraz CSD (ang. *current source distribution analysis*). Zapisu dokonywano z częstotliwością próbkowania 250 Hz w przedziale częstotliwości do 70 Hz, przy stałej czasu 0,3 s z zastosowaniem różnorodnej lokalizacji elektrod odniesienia.

**Wyniki.** Przedstawione zostały wzory zapisów EEG ilustrujące zjawiska napadowe – wyładowania zespołów fal ostrych z falą wolną 3-5/s, fragment napadu zarejestrowanego w stanie padaczkowym niedrgawkowym i pojedyncze wyładowanie iglica o charakterze padaczkowym – do porównania z falą o ostrym kształcie rejestrowaną w tych samych odprowadzeniach (fala czołowa).

**Wnioski.** Przetawione wyniki wskazują na celowość dokonania zmian w stosowanych dotąd sposobach identyfikowania i kryteriach ocen elektroencefalogramów w związku z postępami wynikającymi z możliwości cyfrowej transformacji zapisów wzorów aktywności bioelektrycznej mózgu.

Słowa kluczowe: wyładowanie, napad, fala ostra, iglica, wzór padaczkopodobny

### Summary

**Introduction.** This paper is concentrated on the problems of identification and qualification of the paroxysmal EEG patterns. The problem is discussed in relation to commonly accepted guidelines concerning description and interpretation of EEG patterns – taking into account new possibilities, resulting from contemporary methods of recording and analyzing EEG records.

**Aim.** Presentation of the results of evaluation of EEG records illustrating utility of the modern techniques of recording and analysis, aimed at rational identification of the paroxysmal patterns of brain electrical activity.

**Material and methods.** Paroxysmal patterns presented in this paper are obtained from selected EEG records illustrating distribution of potentials recorded in conventional 10-20 system of electrode placement. The original EEG records were transferred to spatiotemporal maps illustrating dynamics of changes of the distribution of brain potentials, as well as maps illustrating instantaneous EEG patterns in referential derivations or using methods of analysis of the distributions of generators of the brain electrical activity called Laplacian and CSD (current source distribution analysis). The records were made with sampling frequency 250 Hz in frequency range up to 70 Hz and time constant 0.3 s, using different localizations of reference electrodes.

**Results.** The presented fragments of EEG records illustrate paroxysmal patterns: discharges of the spike-and-slow-wave complexes 3-5/s and fragment of the seizure recorded in a person in conditions of nonconvulsive status epilepticus. The pattern of epileptic spike is discussed in comparison with the "sharp" wave of frontal and vertex origin.

**Conclusions.** The results of analysis indicate new possibilities of more rational approach to evaluation of paroxysmal patterns in clinical practice, resulting from digital transformation of EEG records.

Key words: discharge, seizure, sharp wave, spike, epileptiform pattern

## WSTĘP

Identyfikacja i jednoznaczna kwalifikacja określonych wzorów aktywności bioelektrycznej mózgu jako zjawisk o charakterze napadowym jest jednym z głównych problemów w ocenie wyników badania elektroencefalograficznego (EEG). Znajduje to odbicie w zaleceniach dotyczących identyfikacji wzorów zapisu opracowanych przez zespół ekspertów Międzynarodowej Federacji Neurofizjologii Klinicznej, opublikowanych w 1999 r. (1), jak również w zaleceniach Amerykańskiego Towarzystwa Neurofizjologii Klinicznej z 2006 r. (2). W zaleceniach Federacji termin „napad” (ang. *paroxysm*) dotyczy wzoru zjawiska wyodrębniającego się nagłym początkiem, szybkim dojściem do maksimum i nagłym zakończeniem na tle zapisu spoczynkowego – z zastrzeżeniem, że termin ten jest zwykle używany w odniesieniu do wzorów padaczkopodobnych i wzorów napadu. Ograniczenie to dotyczy zarazem terminów takich jak „wyładowanie”, czy też „fala ostra” lub „iglica”. Sytuację komplikuje fakt, że do grupy fal ostrych – a więc identyfikowanych ze zjawiskami o charakterze padaczkowym – kwalifikowane są wzory wyodrębniające się ostrym kształtem i czasem trwania do 200 milisekund (fala ostra). Przyjęcie takiego kryterium jako jednoznacznego dla identyfikacji zmian napadowych – czyli zmian o charakterze padaczkowym – podczas prób obiektywizacji ocen stanu ośrodkowego układu nerwowego z zastosowaniem metod matematyczno-fizycznych może prowadzić do sformułowania całkowicie błędnych wniosków. Z punktu widzenia interesów osób badanych, z uwagi na częste niejednoznaczne stosowanie terminów „napadowość” i „wyładowanie” w rutynowych opisach badań elektroencefalograficznych utożsamianych ze zmianami o charakterze padaczkowym, sytuacja jest niekorzystna, biorąc pod uwagę możliwe konsekwencje wynikające z niewłaściwych decyzji dotyczących wyboru postępowania terapeutycznego. Konsekwencją tego stanu są zarazem poglądy o niskiej specyficzności i niejednoznaczności ocen wyników badania elektroencefalograficznego. Sytuacji nie ułatwia sposób sformułowania zaleceń Amerykańskiego Towarzystwa Neurofizjologii Klinicznej dotyczących sposobu przedstawienia wyniku badania (2), określający interpretację wyniku jako subiektywne orzeczenie dotyczące prawidłowości lub nieprawidłowości zapisu, jakkolwiek oparte na obiektywnej ocenie wzoru aktywności bioelektrycznej mózgu.

Problemy wynikające z niejednoznacznego stosowania terminologii dotyczącej „napadowości”, „wyładowań” oraz fal ostrych i iglic są konsekwencją wielu czynników, głównie nadal niedostateczną znajomością biologicznego podłoża obserwowanych zjawisk. Inną przyczyną są wieloletnie doświadczenia wynikające ze stosowania metody z użyciem wzmacniaczy analogowych i zapisu atramentowego oraz sposobu rejestracji z preferencją standardu krótkich odprowadzeń dwubiegunowych – uniemożliwiającego niekiedy jednoznaczną ocenę sygnału. Stan ten jest oczywisty z uwagi na trudności metodologiczne związane z uzyskaniem zapisu EEG powodowane wysokim poziomem za-

kłóceń i – w niedawnej przeszłości – z konstrukcją aparatów elektroencefalograficznych. Jakkolwiek zasadnicze problemy aparaturowe zostały obecnie rozwiązane, problemy związane z trudnością identyfikacji artefaktów oraz z ustaleniem standardu optymalnej rejestracji podstawowego zbioru danych charakteryzujących wartości pola elektrycznego mózgowia są nadal aktualne.

## CEL PRACY

**Celem pracy jest przedstawienie możliwości podniesienia standardów ocen wzorów aktywności bioelektrycznej mózgu wynikających z zastosowania techniki cyfrowej rejestracji i różnorodnych metod analizy sygnału EEG. Praca zawiera oryginalne dane, uzyskane w wyniku zastosowania nowej metody – obrazowania czasowo-przestrzennego (3, 4), umożliwiającego większą jednoznaczność oceny wzoru aktywności bioelektrycznej mózgu.**

Z podsumowania doświadczeń związanych ze stosowaniem elektroencefalografii w praktyce klinicznej wynika, że zmiany o charakterze napadowym stanowią bardzo rozległą i zróżnicowaną grupę zjawisk bioelektrycznych (5). Jednoznaczną identyfikację utrudnia dodatkowo występowanie wzorów przejściowych – narastania dyspozycji do „napadowości” lub powstawania wyładowań padaczkopodobnych w procesie reorganizacji wzoru aktywności populacji komórek nerwowych w procesie epileptogenezy, informujących o narastającym prawdopodobieństwie pojawienia się napadu padaczkowego.

Wyniki analizy rozkładów pól elektrycznych przedstawione w tej pracy prezentują złożoność wzorów ilustrujących jednoznacznie zjawisko napadowe – wyładowanie zespołów fal ostrych z falą wolną 3-5/s oraz wyładowanie o cechach napadu o charakterze padaczkowym u osoby w stanie padaczkowym niedrgawkowym. Kolejne ilustracje umożliwiają porównanie wyładowania „prawdziwej” iglicy o charakterze padaczkowym z falą o ostrym kształcie spełniającą kryteria fali ostrej, lecz nieutożsamianej z wyładowaniem padaczkowym (fala czołowa).

## MATERIAŁ I METODY

W pracy przedstawiono wyniki analizy wybranych fragmentów zapisów EEG z obecnością zmian o charakterze napadowym, typowych dla wyładowań o charakterze padaczkowym – napadowych i międzypadowych oraz fragmentu zapisu z obecnością fal ostrych kształtach – do różnicowania z wyładowaniem fali ostrej o charakterze padaczkowym. Ilustracje przedstawiają zapisy wyjściowe w standardowych montażach dwubiegunowych w standardowym systemie 10-20 lokalizacji elektrod i w montażach referencyjnych z uwzględnieniem możliwie optymalnych (w tych badaniach) lokalizacji elektrod odniesienia w montażach bazowych: na płatkach usznych lub na brodzie. Rejestracji i analizy dokonano przy pomocy aparatu firmy ELMIKO z częstotliwością próbkowania 250 Hz w przedziale częstotliwości do 70 Hz przy stałej czasu 0,3 s. Zapisy referencyjne były następnie przetwarzane do

postaci map przestrzenno-czasowych (3, 4) i map chwilowych rozkładów potencjałów na powierzchni skóry głowy. Celem uzyskania możliwości bardziej precyzyjnej oceny lokalizacji generatorów zjawisk bioelektrycznych stosowano metody rejestracji i analizy określane jako Laplasjany i CSD (ang. *current source density analysis*).

## WYNIKI

Rycina 1 przedstawia czterosekundowe, wysokonaściowe wyładowanie zespołów fal ostrych z falą wolną zarejestrowane u osoby płci męskiej w wieku 16 lat w standardowym montażu krótkich odprowadzeń, określanym jako „podwójny banan”.

W celu ułatwienia interpretacji odprowadzenia lewopółkulowe przedstawiono w kolorze czerwonym, prawopółkulowe w czarnym, a odprowadzenia z linii środkowej w kolorze granatowym. Wyładowanie wydaje się spełnić wszystkie kryteria zjawiska napadowego i pierwotnie uogólnionego – pojawia się nieoczekiwanie i wyodrębnia się wyraźnie, praktycznie we wszystkich odprowadzeniach, jakkolwiek prawdopodobnie z maksimum amplitudy w odprowadzeniach czołowych. Wątpliwości co do rzeczywistego rozkładu może jednak powodować świadomość faktu, że w tym montażu prezentującym rozkłady różnicy potencjałów pomiędzy relatywnie blisko położonymi elektrodami rzeczywisty rozkład przestrzenny wyładowań może być istotnie różny. Przedstawiony wzór aktywności bioelektrycznej pozwala jednak na wiarygodną ocenę częstotliwości pojawiania się wyładowań zespołów fal ostrych z falą wolną przy pomocy szybkiego przekształcenia Fouriera (ang. *Fast Fourier Transform* – FFT), w tym przypadku około 3-5 Hz. Widać ponadto, że wyładowanie zmienia nieco konfigurację z upływem czasu – początkowo wykazuje tendencję do pojawiania się zespołów z częstością około 5/s i następnie stabilizuje się w przedziale częstości 3-4 Hz.

**Bardziej jednoznaczną informację dotyczącą rzeczywistego rozkładu potencjałów wyładowania na powierzchni skóry głowy ilustruje rycina 2.** Fragment A przedstawia nałożone na siebie zapisy poszczególnych odprowadzeń uzyskane w montażu referencyjnym – w stosunku do bardziej racjonalnej, dostępnej w tym przypadku elektrody odniesienia utworzonej przez połączenie płatków usznych (A1A2) w jednosekundowym odcinku zapisu ilustrującym wstępne fazy rozwoju wyładowania. Wzór zapisu ilustruje jednoznacznie ewolucję organizacji wzoru aktywności struktur mózgowych uczestniczących w kolejnych wyładowaniach fal ostrych i fal wolnych. Fragmenty B i C ilustrują rozkłady przestrzenne pól elektrycznych w tym fragmencie zapisu: w postaci mapy przestrzenno-czasowej i map chwilowych rozkładów potencjałów (C) ilustrujących chwilowe rozkłady potencjałów na powierzchni skóry głowy w wybranych momentach określonych kursorami 1, 2, 3 i 4 z zastosowaniem metody określanej jako Laplasjan. Mapa przestrzenno-czasowa reprezentuje rozkład potencjałów, których amplituda ilustrowana jest różnymi kolorami, zarejestrowanych przez elektrody umiejscowione w układzie odprowadzeń

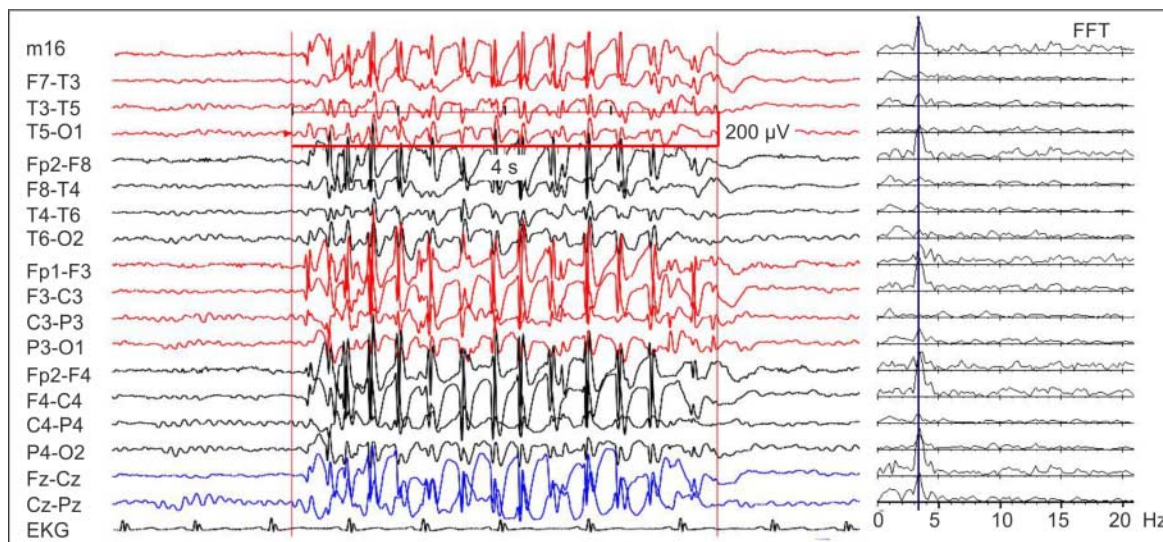
systemu 10-20. Poszczególne odprowadzenia z lewej i prawej półkuli ułożone są symetrycznie w stosunku do zapisu stanowiącego oś symetrii – którą w tym przypadku stanowi zapis z odprowadzenia centralnego czołowego (elektroda Fz). Pozostałe odprowadzenia z linii środkowej wyodrębnione są wraz z zapisem EKG w dolnym fragmencie mapy (odprowadzenia EKG, Cz i Pz). Widać wyraźnie, że wyładowanie nie jest pierwotnie uogólnione. Pierwsze wyładowanie elektroujemnej fali ostrej rozpoczyna się w odprowadzeniach czołowych i skroniowych lewopółkulowych z szybką projekcją do struktur bieguna płata czołowego prawej półkuli – uwidocznioną wyodrębniającą się iglicą w strukturze tej samej fali ostrej. Transmisję stanów czynnych ilustrują dodatkowo mapy rozkładów chwilowych (ryc. 2C), w momentach określonych kursorami 1 i 2. Konsekwencją wyładowania iglicy jest pojawienie się następczej (późnej) fali wolnej o cechach fali czołowej, pojawiającej się w symetrycznych odprowadzeniach czołowych (kursor 3). Ładunki elektroujemne przedstawione są głównie różnymi stopniami niebieskości podczas gdy ładunki elektrododatnie reprezentowane są głównie kolorem czerwonym.

Kolejne, drugie wyładowanie fali ostrej, jest już bardzo uogólnione. Chwilowy rozkład potencjałów (kursor 4) ilustruje jednak aktywację określonych struktur mózgowia z zachowaniem przewagi aktywacji struktur czołowych. Kolejne wzory wyładowań fal ostrych i fal wolnych ilustrują zaistnienie konfliktu pomiędzy procesami warunkującymi pojawienie się fali ostrej i fali wolnej (czołowej), skutkującego zanikiem fali czołowej w drugim cyklu wyładowania. Konsekwencją tego zjawiska są zmiany częstotliwości pojawiania się wyładowań ostrych – w przedziale częstości 3-5/s.

**Rycina 3 ilustruje z kolei wyładowanie międzyna-  
padowe pojedynczej fali ostrej zarejestrowane u tej samej osoby w standardowym systemie odprowadzeń („podwójny banan”) w stanie snu wolnofalowego (NREM).** Wyładowania tego typu były jedynym jednoznacznym przejawem padaczkowej reorganizacji funkcji mózgu obserwowanym podczas snu. Nasiloną tendencją do pojawiania się kilkusekundowych wyładowań była natomiast obserwowana po przebudzeniu, w badaniu wykonanym po bezsennej nocy.

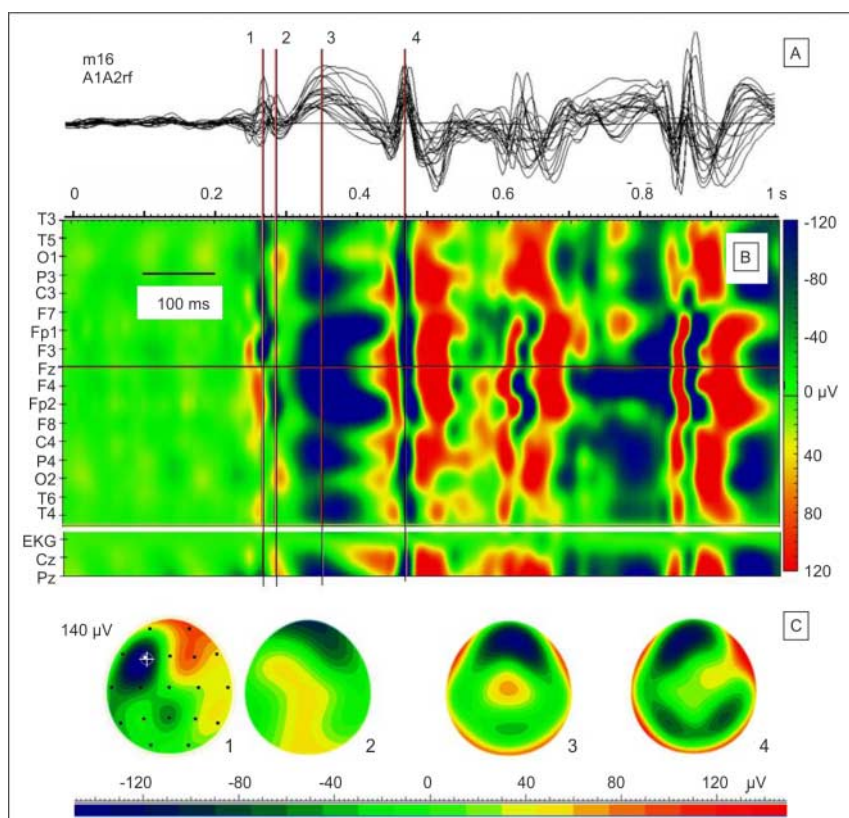
Rycina 3 przedstawia falę ostrą związaną z pojawieniem się fali wolnej. Lokalizację i strukturę przestrzenną wyładowania przedstawia rycina 4. Pojawienie się fali ostrej wiąże się w tym przypadku z zaistnieniem stanu przejściowego – ze spłyceniem snu wolnofalowego ilustrowanym zmniejszeniem ilości fal wolnych delta i obniżeniem amplitudy zapisu oraz wzrostem ilości fal o wyższych częstotliwościach w rytmie czynności podstawowej. Zarejestrowany zapis EKG i wnioski wynikające z długotrwałego monitorowania zapisu EEG pozwalają na wykluczenie prawdopodobieństwa, że wyładowanie jest w istocie artefaktem sercowym, mięśniowym lub ruchowym.

**Rycina 4 ilustruje rozkład potencjałów tworzących wzór fali ostrej, zarejestrowanych w montażu referencyjnym – w stosunku do połączonych płatków usznych – A1A2 (ryc. 4A).** Widać wyraźnie,



Ryc. 1. Zapis wyładowania wysokonapięciowych zespołów fal ostrych z falą wolną 3-5/s u osoby w wieku 16 lat, przedstawiony w montażu dwiebunowym.

Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)

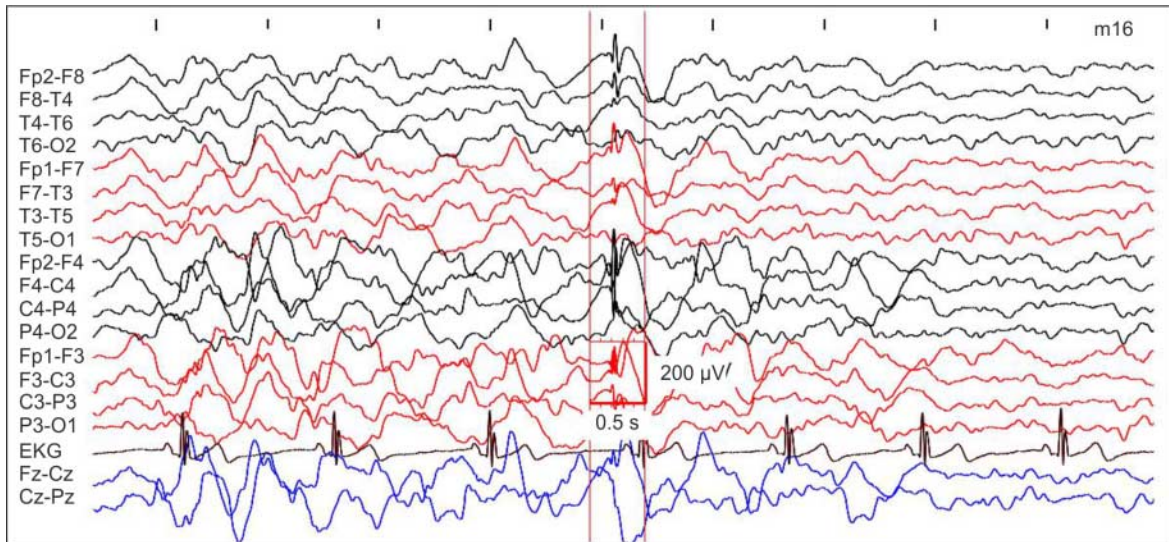


Ryc. 2. Wyniki analizy rozkładu przestrzennego generatorów zespołów fal ostrych z falami wolnymi widocznymi w pierwszej sekundzie wyładowania które ilustruje rycina 1. Fragment 2A przedstawia zbiór nałożonych na siebie zapisów EEG- lecz w montażu referencyjnym w stosunku do odprowadzenia referencyjnego A1A2, uzyskanych z poszczególnych elektrod w montażu 10-20. Fragment 2B ilustruje rozkład przestrzenno-czasowy potencjałów reprezentowanych zapisem wyjściowym (fragment 2A) przedstawiony w postaci kolorowej mapy będącej odwzorowaniem wielkości napięć zjawisk bioelektrycznych rejestrowanych z powierzchni skóry głowy- w systemie elektrod umieszczonych symetrycznie w stosunku do osi symetrii, którą stanowi w tym przypadku zapis z elektrody Fz. Przedstawiona skala barw ilustruje zależność pomiędzy różnymi odcieniami kolorów i wielkościami napięcia w mikrowoltach. Fragment 2C przedstawia rozkłady chwilowe potencjałów na powierzchni skóry głowy w wybranych momentach zapisu, zaznaczonych przy pomocy kursorów 1, 2, 3 i 4.

Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)

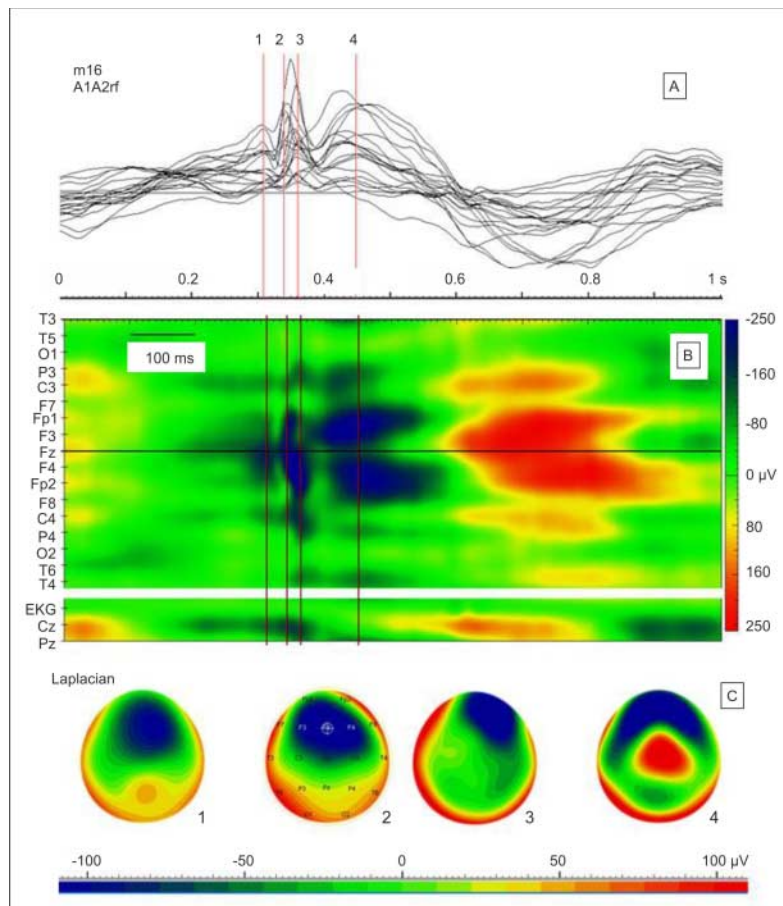
że wyładowanie powierzchniowo ujemnej fali ostrej, a raczej grupy elektroujemnych potencjałów iglicowych o czasie trwania 40-50 milisekund, wiąże się z wystąpieniem fali wolnej. Rozkład przestrzenny generatorów

wyładowań (ryc. 4B i C) ilustruje zmienność lokalizacji półkulowych struktur nerwowych uczestniczących w jej utworzeniu – z przewagą i z większą tendencją do uogólniania się nad półkulą prawą.



Ryc. 3. Wyładowanie pojedynczej fali ostrej (iglicy) zarejestrowane w odprowadzeniach dwubiegunowych na tle wzoru zapisu snu wolnofalowego (NREM).

Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)

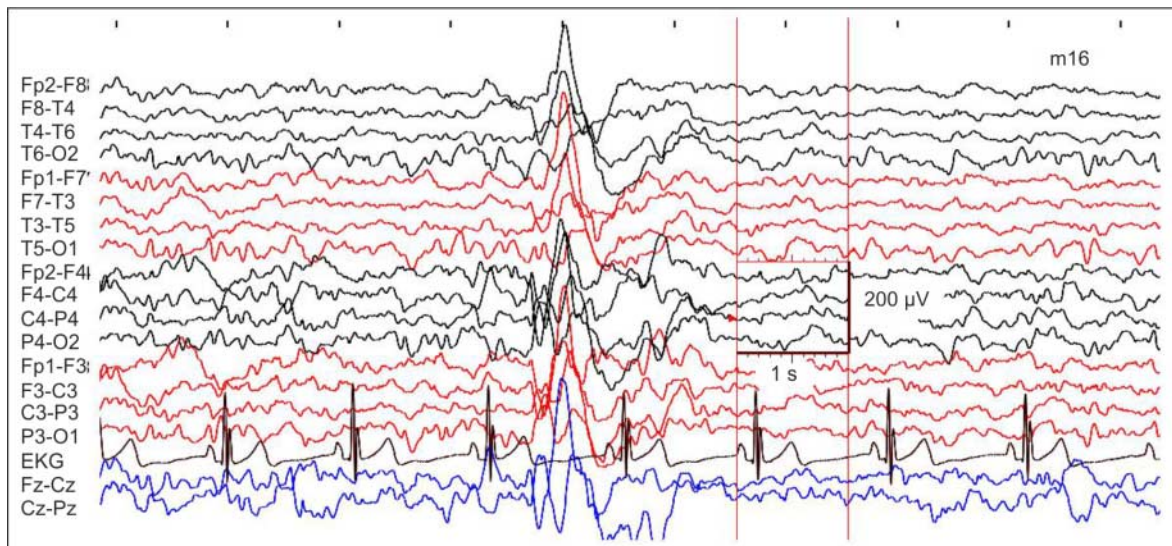


Ryc. 4. Lokalizacja przestrzenna generatorów wyładowań iglicowych i fal wolnych w jednosekundowym fragmencie zapisu EEG, zaznaczonym na tle elektroencefalogramu, który przedstawia rycina 3. Ryc. 4A ilustruje nałożone na siebie jednosekundowe fragmenty tego zapisu po przetworzeniu sygnałów z poszczególnych elektrod do montażu referencyjnego – w stosunku do połączonych płatków usznych – A1A2rf. Ryc. 4B przedstawia rozkład przestrzenny ładunków elektrycznych w tym fragmencie zapisu w postaci mapy przestrzenno-czasowej. Ryc. 4C ilustruje chwilowe rozkłady potencjałów w momentach zaznaczonych kursorami 1, 2, 3 i 4 we fragmencie 4B.

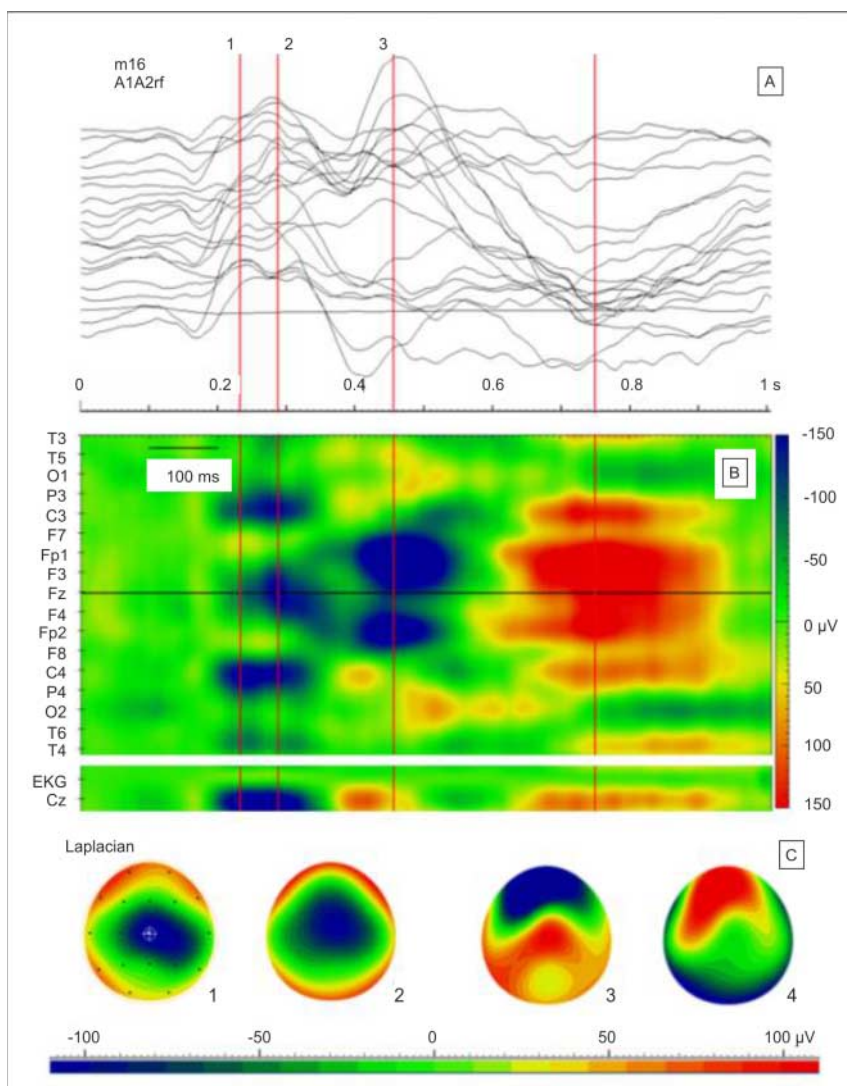
Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)

Rycina 5 ilustruje z kolei wysokonapięciową, uogólnioną falę o ostrych kształtach bardzo wyraźnie wyodrębniającą się na tle średnionapięciowego zapisu, zarejestrowaną w montażu krótkich odpro-

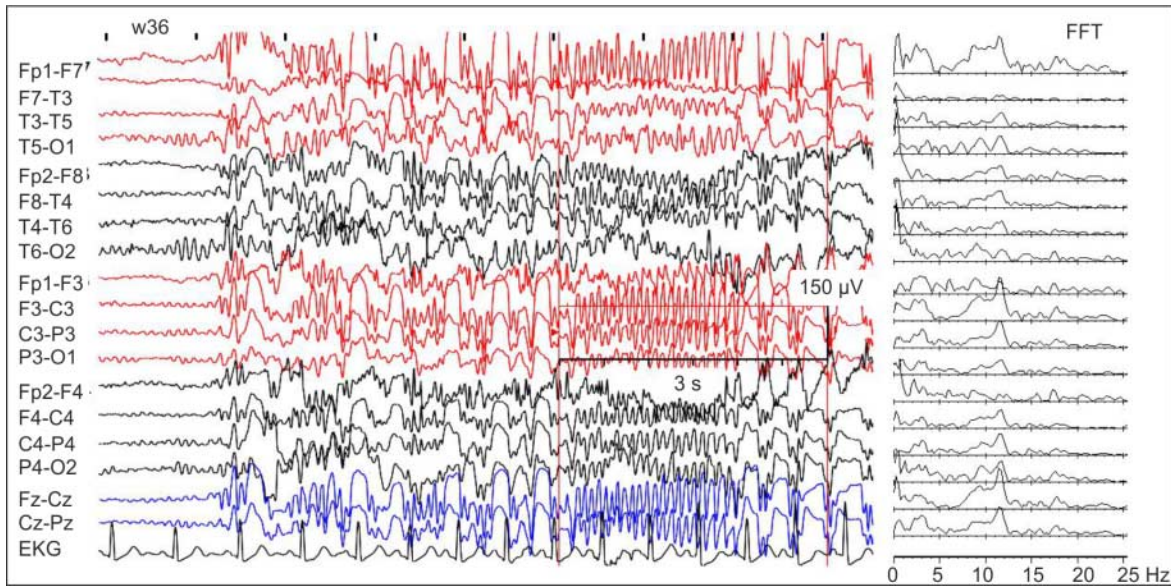
wadzeń u tej samej osoby w stanie czuwania – na pograniczu występowania wzorów snu wolnofalowego. Rozkład przestrzenny generatorów tej fali w montażu referencyjnym przedstawia rycina 6 (A i B)



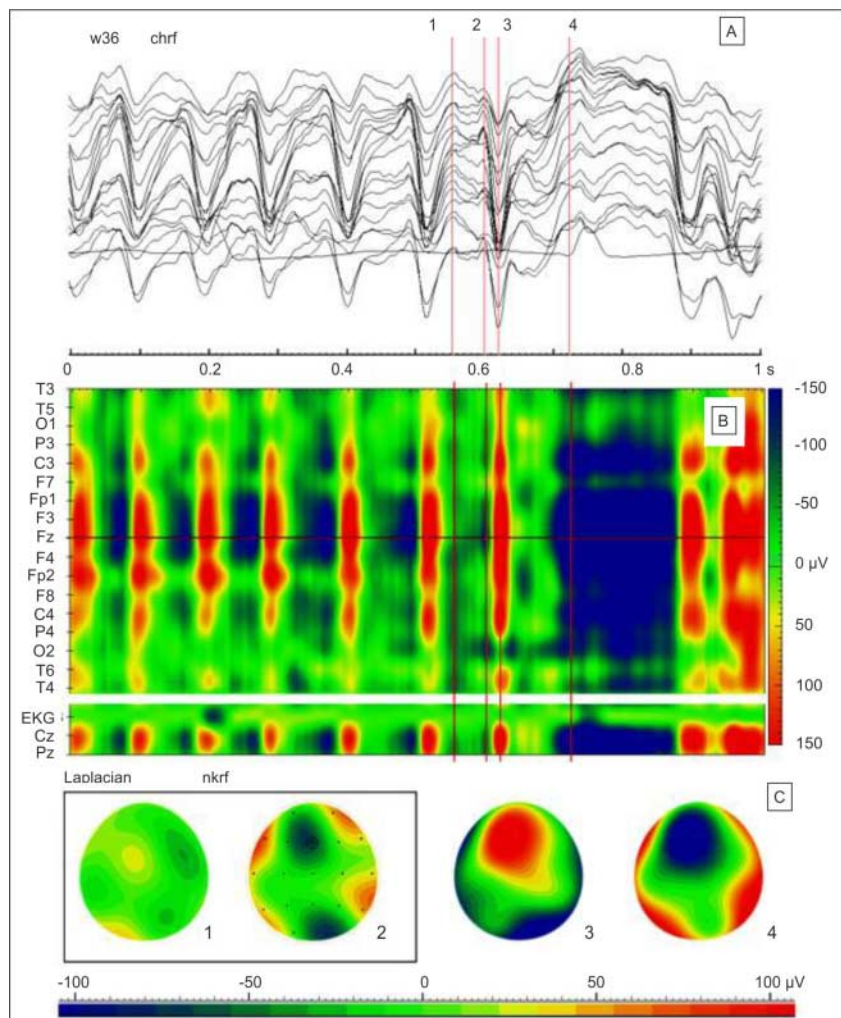
Ryc. 5. Wysokonapięciowa fala o ostrych kształtach zarejestrowana w montażu dwubiegunowym. Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)



Ryc. 6. Lokalizacja generatorów fali o ostrych kształtach – w zapisie przetworzonym do montażu referencyjnego. Ryc. 6A – fragment zapisu w odprowadzeniach referencyjnych w stosunku do połączonych płatków usznych (A1A2rf) z przetworzeniem do mapy przestrzenno-czasowej (ryc. 6B). Chwilowe rozkłady potencjałów na powierzchni skóry głowy w momentach zaznaczonych kursorami i z zastosowaniem metody rejestracji określanej jako Laplasjan przedstawia fragment 6C. Lokalizacja przestrzenna zjawisk bioelektrycznych odpowiada fali wierzchołkowej z następczą falą czołową. Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)



Ryc. 7. Wzór zapisu EEG o cechach napadu padaczkowego przedstawiony w odprowadzeniach dwubiegunowych. Zaznaczono 3 sekundy fragmentu zapisu z obecnością uogólniającego się rytmu fal w przedziale częstotliwości 9-12 Hz (FFT) z przewagą w odprowadzeniach czołowych i centralnych, z przejściem do wzoru uogólniających się fal wolnych i fal ostrych.  
Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)



Ryc. 8. Wyniki analizy fragmentu napadu z obecnością rytmu fal 9-12/s i wyładowań fal ostrych i wolnych we wzorze zapisu przetworzonym do montażu referencyjnego. Fragmenty 8A i 8B przedstawiają wzory zapisu referencyjnego- w odniesieniu do elektrody umieszczonej na brodzie. Widoczny jest wyraźnie rytm fal powierzchniowo elektroujemnych z wyodrębniającym się stopniowo wyładowaniem iglicowym elektroujemnym z następczą falą ostrą elektrododatnią z bardzo wyraźną przewagą amplitudy w odprowadzeniach czołowych – fragment 8C.

Wersja kolorowa rycin dostępna na stronie internetowej czasopisma [www.pnmedycznych.pl](http://www.pnmedycznych.pl)

– w montażu referencyjnym w stosunku do połączonych płatków usznych. Rycina 6C przedstawia chwilowe rozkłady potencjałów uzyskane przy zastosowaniu metody określonej jako Laplasjan. Wyniki analizy są spójne: ilustrują lokalizację generatorów fal elektroujemnych z bardzo wyraźną przewagą amplitudy w odprowadzeniach centralnych i czołowych.

Występowanie fal tego typu, a w szczególności fal wierzchołkowych nie wiąże się jednoznacznie z występowaniem zmian o charakterze padaczkowym. Znajduje to swoje odbicie w zaleceniach International Federation of Clinical Neurophysiology (1): ang. *vertex sharp wave* – fala ostra wierzchołkowa. Nazwa niezalecana, gdy opisuje się fizjologiczne potencjały wierzchołkowe. Nazwa zalecana – fala V. Oznacza to jednak, że zespół ekspertów uznaje zarazem możliwość występowania fal wierzchołkowych nie fizjologicznych, tj. fal ostrych wierzchołkowych: „nazwa powinna być używana tylko w przypadku wyładowań padaczkopodobnych”. Wynika stąd niejako formalne potwierdzenie możliwości braku jednoznaczności ocen zapisów elektroencefalograficznych w ocenie klinicznej stanu osób z zaburzeniami funkcji układu nerwowego.

Wydaje się, że ta sytuacja jest również wynikiem faktu, że w niektórych przypadkach fale ostre wierzchołkowe są szczególnie liczne i mogą być prawdopodobnie związane z padaczkową reorganizacją wzoru aktywności bioelektrycznej mózgu. Mogą być np. szczególnie częste u niektórych osób w okresie odstawiania leków przeciwpadaczkowych. Brak jest jednak wiarygodnych danych usprawiedliwiających orzekanie o obecności w zapisie EEG zmian padaczkopodobnych jedynie na podstawie identyfikacji wzorów o typie fal wierzchołkowych lub fal czołowych. Problemy kwalifikacji fali wierzchołkowej stanowią również ilustrację współczesnych trudności jednoznacznej oceny podobnych zjawisk pojawiających się w innych obszarach korowych.

**Rycina 7 przedstawia fragment napadu o charakterze padaczkowym, zarejestrowanego w warunkach stanu padaczkowego niedrgawkowego. W krótkich odprowadzeniach dwubiegunowych napad pojawia się**

nieoczekiwanie na tle zapisu z prawidłowym rytmem fal alfa. Sprawia wrażenie pierwotnie uogólnionego. Może być opisywany jako ciągle wyładowania fal ostrych i iglic, przerywanych pojawianiem się fal wolnych. Widoczna jest krótkotrwała faza toniczna napadu – rytm fal w przedziale częstotliwości fal alfa 9-12/s (FFT; widmo częstotliwości fal w oznakowanym, 3-sekundowym fragmencie zapisu EEG) z bardzo wyraźną przewagą amplitudy w odprowadzeniach czołowych i centralnych. Ten typ zapisu, tj. incydentu reorganizacji wzoru czynności podstawowej z obecnością mniej lub bardziej jednolitego i pojawiającego się rytmicznie wzoru aktywności bioelektrycznej o dużym stopniu synchronizacji i z bardzo wyraźnym obniżeniem reaktywności jest główną cechą pierwotnego lub wtórnego zaangażowania struktur mózgowych w zjawisku określanym jako napad padaczkowy.

**Rycina 8A i B ilustruje fragment ryciny 7 uzyskany w odprowadzeniach referencyjnych przejścia fazy tonicznej do wyładowań fal ostrych z następczą falą wolną – wzór rozkładu potencjałów utworzony w odniesieniu do elektrody umiejscowionej na brodzie. Wzór zapisu ilustruje stopniowy rozpad rytmu fal ostrych z wyodrębniającą się coraz bardziej składową późną o charakterze wyładowania iglicowego. Wyładowania fal ostrych i iglic, jak też fali wolnej, zlokalizowane są głównie w odprowadzeniach czołowych i centralnych z przewagą nad lewą półkulą. Znajduje to potwierdzenie w rozkładzie chwilowych potencjałów zarejestrowanych w odniesieniu do elektrody referencyjnej umieszczonej na karku (ryc. 8C).**

## WNIOSKI

Przedstawione wyniki ilustrują współczesne możliwości jednoznacznej oceny wzoru aktywności bioelektrycznej zawartego w zapisie EEG, wynikające z zastosowania cyfrowych metod zapisu i analizy danych elektroencefalograficznych. Konsekwencją wydaje się być możliwość podjęcia próby ustalenia kryteriów bardziej realistycznego niż dotychczas identyfikowania i interpretowania zmian o charakterze napadowym w zapisie EEG w kontekście klinicznej oceny stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego.

## PIŚMIENNICTWO

1. Noachtar S, Binnie C, Ebersole J et al.: Recommendations for the Practice of Clinical Neurophysiology: A glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and proposal for the report form for the EEG findings. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 1999; 52: 21-41. Wydanie polskie: *Leksykon elektroencefalografii – nazw używanych powszechnie przez klinicznych elektroencefalografistów*, pod red. J Majkowskiego, tłum. H Ekiert, A Karliński, B Darwaj. *Elmiko i Fundacja Epileptologii* 2005: 107.
2. American Clinical Neurophysiology Society Guideline 7: Guidelines for Writing EEG Reports. *J Clin Neurophysiol* 2006; 23(2): 118-121.
3. Sobieszek A, Świdorski B: Characteristics of the EEG patterns of epileptic seizures with frontal or temporal localizations of interictal discharges. Abstracts from the 8th European Congress on Epileptology, Berlin, 21-25 September 2008; E506: 201-202.
4. Sobieszek A: Metody obrazowania funkcji ośrodkowego układu nerwowego: elektroencefalografia. *Postępy Nauk Medycznych* 2009; 11(22): 864-868.
5. Niedermeyer E: Abnormal EEG Patterns: Epileptic and Paroxysmal. [In:] Niedermeyer E, Lopes da Silva F (eds.): *Electroencephalography, Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. 5th Edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2005; 255-280.

otrzymano/received: 17.07.2013  
zaakceptowano/accepted: 04.09.2013

Adres/address:  
\*Aleksander Sobieszek  
Klinika Neurologii i Epileptologii CMKP SPSK  
ul. Czerniakowska 231, 00-416 Warszawa  
tel.: +48 (22) 629-43-49  
e-mail: alks@cmkp.edu.pl