

Badanie EEG w neuropediatric

EEG investigation in neuropediatrics

Barbara Artemowicz, Piotr Sobaniec

Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

STRESZCZENIE

Badanie elektroencefalograficzne (EEG) jest niezbędne w diagnostyce padaczki i innych stanów napadowych u dzieci. Znajduje również zastosowanie w różnicowaniu przyczyn zaburzeń świadomości o etiologii metabolicznej, toksycznej, zapalnej. Zmienność czynności bioelektrycznej mózgu w zależności od wieku dziecka oraz konieczność wykonywania badań w różnych stanach fizjologicznych i patologicznych dziecka sprawiają, że opisanie dziecięcego zapisu nie zawsze jest łatwe. W pracy omówiono aspekty techniczne badania, rozwój czynności bioelektrycznej mózgu dziecka, zapis wcześniaka, EEG w wybranych padaczkach dziecięcych, trudności interpretacyjne i wskazania do badania. Tylko prawidłowe wykonanie badania EEG i właściwa jego interpretacja są kluczem do podjęcia najbardziej odpowiednich decyzji terapeutycznych u danego dziecka.

Słowa kluczowe: EEG, czynność bioelektryczna mózgu, padaczka, dzieci

ABSTRACT

Electroencephalographic investigation (EEG) is essential in diagnostics of epilepsy and other paroxysmal conditions in children. It is used in differential diagnosis of causes of conscience disturbances as metabolic, toxic and inflammatory. Variability of bioelectric activity of the brain in children depending on the age and necessity of investigation in various physiological and pathological conditions makes elaboration of electroencephalogram not easy. The technical aspects of EEG investigation, development of bioelectric activity of child's brain, diagram of preterm infant, EEG records in choice children's epilepsies, difficulties in interpretation and indications to EEG are described in this paper. Only properly carried out and properly described EEG is the key to take the most appropriate therapeutic decision in every child.

Key words: EEG, bioelectrical activity of the brain, epilepsy, children

Mimo znaczącego postępu w diagnostyce chorób neurologicznych u dzieci badanie elektroencefalograficzne (EEG) odgrywa nieodzowną rolę w diagnozowaniu padaczki i innych stanów napadowych. Specyfika wieku rozwojowego sprawia, że zarówno wykonanie badania, jak i jego interpretacja wymagają szerokiej wiedzy, doświadczenia i cierpliwości.

Istotne znaczenie w opisie badania ma prawidłowe jego wykonanie. Od tego zależy jego wartość diagnostyczna oraz konsekwencje terapeutyczne dla indywidualnego pacjenta.

SPECYFIKA DZIECIĘCEJ PRACOWNI EEG

Ważne znaczenie dla jakości wykonywanych badań elektroencefalograficznych ma odpowiednie urządzenie i wyposażenie pracowni. Powinna ona znajdować się z dala od aparatów mechanicznych, elektrycznych i akustycznych będących źródłem zakłóceń, a także nie posiadać mebli i akcesoriów z tworzyw sztucznych o właściwościach elektrostatycznych.

Często o powodzeniu badania decyduje pierwszy kontakt z dzieckiem. Dlatego pracownia badań dziecięcych powinna mieć wystrój w jasnych kolorach, być wyposażona w zabawki, a osobę wykonującą badania cechować

powinna serdeczność i znajomość dziecięcej psychiki.

Przyjmując założenie, że badanie EEG musi być prowadzone w fizjologicznych warunkach – spokojnego czuwania, a wielokrotnie w senności i śnie – trzeba zapewnić dziecku komfort w tym czasie. U noworodków i niemowląt czuwanie obciążone jest licznymi artefaktami ruchowymi, dlatego podstawowym stanem do oceny czynności bioelektrycznej mózgu jest sen. Udane badanie jest uwarunkowane dobrym przygotowaniem do snu, starannym założeniem elektrod i ułożeniem tak dziecka, aby ograniczyć do minimum konieczność dotykania go w czasie snu. Karmienie odbywa się po założeniu elektrod, by umożliwić małemu pacjentowi spokojne zasypianie. U małych dzieci w nawiązaniu kontaktu często pomaga krótka zabawa, rozmowa, bajka.

Badanie EEG powinno odbywać się po posiłku, gdyż niski poziom glukozy może modyfikować zapis. Tuż przed badaniem nie warto wykonywać badań inwazyjnych, które powodują lęk i niepokój dziecka [1].

ROZWÓJ PRAWIDŁOWEJ CZYNNOŚCI BIOELEKTRYCZNEJ MÓZGU DZIECKA

Dojrzewanie strukturalne i czynnościowe mózgu jest zjawiskiem długotrwałym. Najbardziej stabilnie przebiega

w życiu płodowym. W pierwszych tygodniach po urodzeniu następuje szybki proces przejścia dominacji kory mózgowej nad strukturami podkorowymi, co znajduje odzwierciedlenie w zmieniającym się zapisie czynności bioelektrycznej mózgu [1,2]. Normy zapisu EEG znacznie więc różnią się w zależności od wieku dziecka, co wynika ze stopnia dojrzałości struktury i funkcji mózgu oraz zmieniającej się jego reaktywności na bodźce. Interpretacja zapisu musi mieć ściśle odniesienie do wieku dziecka i poziomu jego dojrzałości. Najbardziej wartościowa jest ocena zarówno czuwania, jak i snu, szczególnie u dzieci najmłodszych.

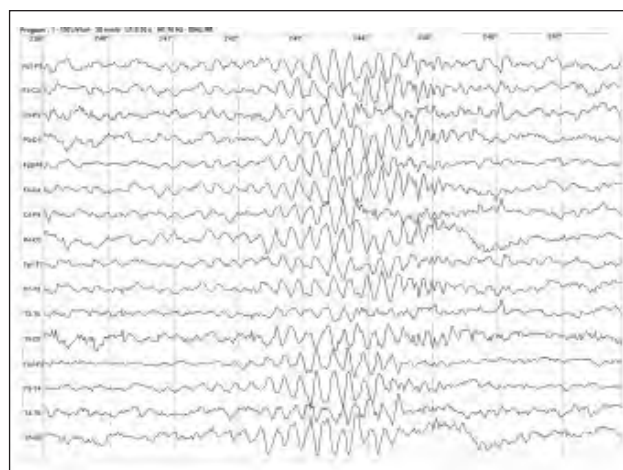
CZUWANIE

Zapis czuwania u noworodka i niemowlęcia do trzeciego miesiąca życia cechuje nieodróżniona, nieregularna, nierytmiczna i niesynchroniczna czynność bioelektryczna. Składa się z fal o różnym zakresie częstotliwości od 0,5 do 10–12 cykli na sekundę (Hz) i amplitudzie 20–50 uV. Zapis jest nie reaktywny na zamknięcie i otwarcie oczu. Okresy czuwania w tym wieku są krótkie [1–3]. Od 6 tygodnia życia wzrasta amplituda fal. Po 3 miesiącu pojawia się pierwsze zróżnicowanie przestrzenne, najpierw okolicy czołowej, a później potylicznej. W zapisie dominuje czynność wolna 3–4 Hz. Pojawia się reaktywność na otwarcie i zamknięcie oczu. Między 3 a 6 miesiącem czynnością dominującą stają się fale theta. Ubywa czynności delta. Zaznacza się tendencja do obustronnej synchronii fal. Około 12 miesiąca życia w potylicy dominują fale 5–6 Hz, pojawiają się pierwsze fale alfa. Od 1,5 roku życia wzrasta amplituda czynności podstawowej, zwiększa się częstotliwość fal do 6–7, 7–8 Hz, kształtuje się zróżnicowanie przestrzenne. 2–4 rok życia to okres labilności częstotliwości i amplitudy. Stopniowo znikają wolne fale z czynności podstawowej. Zapis zaczyna być symetryczny. W 4–5 roku życia w okolicach potylicznych dominuje czynność alfa 8–10 Hz oraz czynność theta o wyższej amplitudzie niż alfa. Wyraźna, choć niepełna jest synchronizacja międzypółkulowa. W 5–7 roku życia fale alfa i theta występują w równych proporcjach. W wieku lat 6–10 w odprowadzeniach tylnych dominuje czynność alfa o wzrastającej z wiekiem częstotliwości. Amplituda zapisu sięga powyżej 100uV. Zapis jest dobrze zróżnicowany przestrzennie i symetryczny [1–5]. Po 10 roku życia następuje dalsze dojrzewanie i różnicowanie zapisu. Czynność podstawową stanowią fale alfa 10–12 Hz. Okolice potyliczne, centralne, czołowe i skroniowe są wyraźnie zróżnicowane. W okresie dojrzewania może wystąpić przejściowa dezorganizacja zapisu z pojawieniem się fal theta [3]. Po tym okresie czynność bioelektryczna mózgu staje się indywidualną osobniczą cechą każdego człowieka [4].

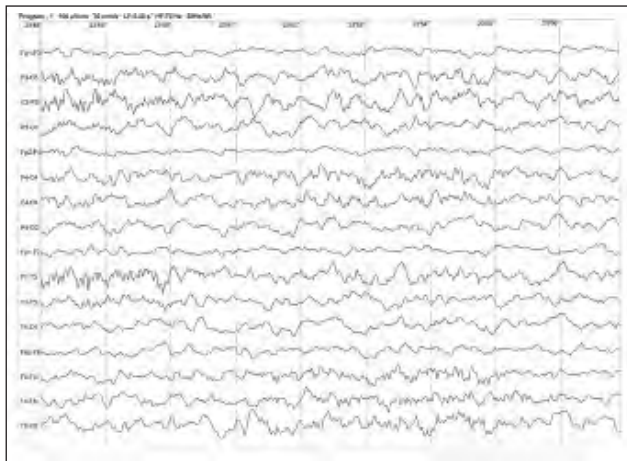
SEN

U noworodków i niemowląt badanie we śnie jest niezbędne, gdyż zapis w czuwaniu na ogół zawiera dużą ilość artefaktów ruchowych. U dzieci starszych natomiast sen jest doskonałą metodą aktywacji zapisu, umożliwiającą wykazanie zmian niewidocznych w czuwaniu [6]. W okresie nowo-

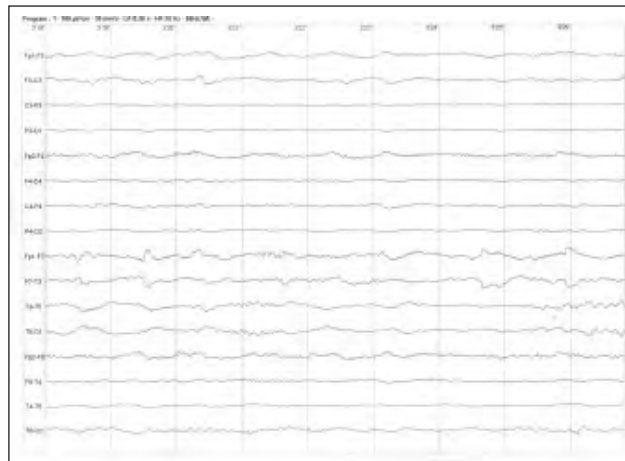
rodkowym zapisy czuwania, senności i zasypiania są do siebie podobne. Noworodki zasypiają snem REM, a zapis EEG jest w tym czasie podobny do czuwania. We śnie głębszym pojawiają się fale wolne oraz czynność szybka w okolicach tylnych. Przed 3 miesiącem nie ma istotnej różnicy w morfologii czynności bioelektrycznej mózgu przy oczach otwartych i zamkniętych, a zamknięcie oczu nie jest kryterium zasypiania. Ważna jest więc dokładna obserwacja dziecka łącznie z prowadzeniem zapisu [1,2,4]. Między 4 i 6 miesiącem życia w czasie senności i zasypiania pojawia się nowe zjawisko – hypersynchronia zasypiania, trwające od kilkunastu sekund do kilku minut. Wyraża się występowaniem czynności wolnej 3–5 Hz o amplitudzie 50–150 uV początkowo w okolicy centralnej i ciemieniowej, która następnie zwiększa zasięg, częstotliwość i amplitudę. Najbardziej wyrażona jest około 3 roku życia. Często ma charakter napadowy [2,3] – ryc. 1. Około 4 miesiąca życia we śnie NREM pojawiają się wrzeciona snu, początkowo krótkie o niskiej amplitudzie, później trwające nawet do 10 sekund. Do 6 miesiąca mogą być niesynchroniczne i niesymetryczne w obu półkulach [3] – ryc. 2. Poza wrzecionami snu we śnie NREM już po ukończeniu pierwszego miesiąca życia występują fale wolne i ostre w linii środkowej mózgu – fale wierzchołkowe. Mogą być asymetryczne. Po piątym miesiącu ich ilość wzrasta. W okresie, kiedy występują z wrzecionami, tworzą zespoły K. Ich pojawienie się zwykle poprzedza wrzeciona. We śnie głębszym znikają wrzeciona i fale ostre wierzchołkowe, a występuje więcej fal wolnych delta i theta. Zjawisko to jest charakterystyczne później już w każdym wieku [2–4]. Uzyskanie tego etapu snu jest możliwe po odpowiednim prawidłowym przygotowaniu pacjenta w wyciszonej pracowni. Zapis snu małego dziecka jest bogatszy morfologicznie od zapisu czuwania. Obecność prawidłowych elementów zapisu snu świadczy o prawidłowym dojrzewaniu czynności bioelektrycznej mózgu, a ich brak lub nieprawidłowości o jej zaburzeniach.



Ryc. 1. Hypersynchronia zasypiania u 3-letniej dziewczynki z drgawkami gorączkowymi w wywiadzie *Hypnagogic hypersynchrony in 3-year-old girl with febrile seizures in anamnesis*



Ryc. 2. Prawidłowy zapis snu 5-miesięcznego niemowlęcia
Record of normal sleep in 5-month-old infant.



Ryc. 3. Zapis czuwania – czynność niskonapięciowa
2-miesięcznego niemowlęcia urodzonego jako wcześniak w
29 tygodniu *Record of wakefulness – low-voltage activity in
2-month-old infant born before term in 29 week*

ROZWÓJ CZYNNOŚCI BIOELEKTRYCZNEJ MÓZGU WCZEŚNIAKA

Warto zwrócić uwagę na zapis EEG wcześniaka, gdyż różni się on od zapisu noworodka donoszonego. Cechą charakterystyczną u wcześniaków jest brak ciągłości zapisu, polegający na występowaniu okresów ciszy bioelektrycznej przedzielonych występowaniem fal o różnej morfologii i częstotliwości [1,2]. Od 24–25 tygodnia życia okresy ciszy bioelektrycznej trwają od 5 sekund do 3 minut, a pomiędzy nimi występują nieregularne i polimorficzne fale o częstotliwości 0,5–1 Hz oraz niskonapięciowe fale 8–14 Hz. Do 28 tygodnia brakuje różnicowania czynności w czuwaniu i śnie. W następnych tygodniach skracają się okresy ciszy bioelektrycznej i pojawia się czynność o wyższym stopniu organizacji. Zaczyna się dominacja okolic tylnych mózgu. Około 33–34 tygodnia pojawia się czynność ciągła. Jest jednakowa w czuwaniu i we śnie. Czynność nieciągła, występująca nadal, jest odpowiednikiem snu spokojnego. Od 36 tygodnia życia różnicuje się po raz pierwszy zapis snu i czuwania [1,2]. Jednym z charakterystycznych dla wcześniaków zapisów jest tzw. krzywa zmienna składająca się z grup fal wolnych 1–3 Hz o amplitudzie 50–100 uV trwających 4–5 sekund na przemian z zapisem niskonapięciowym [1]. Na dojrzewanie czynności bioelektrycznej mózgu wcześniaka wpływają bodźce wzrokowe, słuchowe, dotykowe i termiczne, ale mimo to zapis EEG wcześniaka w 38–40 tygodniu życia różni się od zapisu noworodka donoszonego i jest mniej dojrzały [2].

Zapis EEG 2-miesięcznego niemowlęcia urodzonego jako wcześniak w 29 tygodniu przedstawiono na ryc. 3.

METODY AKTYWACJI ZAPISU

W elektroencefalografii dziecięcej dużą przydatnością odznaczają się takie metody aktywacji zapisu, jak fotostymulacja, hiperwentylacja i sen [5,7].

Fotostymulacja (FS)

Fotostymulacja polega na zastosowaniu błysków świetlnych przy pomocy lampy stroboskopowej umieszczonej w odległości 20–30 cm od oczu badanego. Zakres często-

tliwości błysków wynosi od 1 do 50 cykli na sekundę. FS może wywołać synchronizację czynności bioelektrycznej w postaci wodzenia rytmu lub prowokować występowanie nieprawidłowych zmian w zapisie [1]. Wodzenia rytmu nie obserwuje się u niemowląt przed ukończeniem 6 miesiąca życia. Największe znaczenie ma występowanie nieprawidłowej czynności napadowej pod wpływem FS. Wyraża się ona obecnością iglic, zespołów iglica-fala wolna, fala ostrza-fala wolna [1]. FS aktywuje występowanie uogólnionych zespołów iglica-fala wolna w padaczkach idiopatycznych. Wrażliwość na FS wzrasta z wiekiem, zwykle występuje po 5 roku życia, najczęściej między 8 a 12 r.ż. i jest większa u dziewcząt niż chłopców. Nie zaleca się jej stosowania u małych niemowląt do 3 miesiąca życia ze względu na dużą wrażliwość siatkówki w tym okresie. FS jest cenną metodą aktywacji zapisu również we śnie. Prowokuje wczesne zmiany w zapisie EEG w niektórych chorobach metabolicznych, jak niemowlęca postać ceroidolipofuscynozy, choroba Gauchera i niedobór biopertyny [5].

Hyperwentylacja (HW)

HW jest bezpieczną, łatwą do przeprowadzenia i efektywną metodą aktywacji zapisu u dzieci. Wymaga jednak współpracy ze strony pacjenta, któremu poleca się wykonywanie głębokich wdechów i wydechów przez 3 minuty. W razie potrzeby HW przedłuża się do 4 minut. U dzieci młodszych i niewspółpracujących hiperwentylacja występuje w czasie płaczu. Małe dzieci można nauczyć HW czyniąc to zadanie dla dziecka interesującym, np. dmuchanie na wiatraczek, balonik itp. [6]. HW wykonuje się po przeprowadzeniu pełnego badania spoczynkowego, a po jej zakończeniu konieczne jest kontynuowanie zapisu przez co najmniej 2 minuty ze względu na możliwość wystąpienia zmian nieprawidłowych po jej zakończeniu [1]. W odpowiedzi na HW u dzieci wzrasta ilość fal wolnych – wrażliwość na HW. U młodszych dzieci przeważają one w odprowadzeniach tylnych, wraz z wiekiem stają się coraz bardziej uogólnione, a w okresie dojrzewania dominują w odprowadzeniach przednich [1]. Znaczenie diagnostyczne ma pojawienie

się w czasie HW lub po jej zakończeniu nieprawidłowych zmian w zapisie, jak iglice, zespoły iglica-fala wolna lub narastanie zmian nieprawidłowych obecnych w zapisie spoczynkowym.

W dziecięcej padaczce z napadami nieświadomości HW prowokuje lub nasila występowanie uogólnionych wyładowań zespołów iglica-fala wolna 3 Hz.

HW nie wykonuje się u dzieci z poważnymi chorobami płuc i serca, przy podejrzeniu krwawienia do ośrodkowego układu nerwowego oraz w zespole nadciśnienia wewnątrzczaszkowego.

Sen i deprywacja snu

Sen jest najbardziej fizjologiczną metodą aktywacji zapisu EEG u dzieci i jednocześnie silnym aktywatorem wyładowań padaczkowych. Badanie we śnie jest badaniem z wyboru przy podejrzeniu padaczki w sytuacji, gdy zapis spoczynkowy nie wykazuje zmian [5,7]. Największą wartość ma uzyskanie zapisu czuwania, senności, zasypiania i snu lekkiego, gdyż większość zmian nieprawidłowych występuje w czasie zasypiania i płytkiego snu. W padaczce aktywacja snem wykazuje zmiany uogólnione napadowe, nasila zmiany zlokalizowane, ujawnia hypersyrtmię. Sen i senność wyraźnie prowokują występowanie iglic w łagodnej padaczce dziecięcej z iglicami w okolicach centralno-skroniowych [8]. Charakterystyczny jest też zapis w padaczce z ciągłymi wyładowaniami w czasie snu.

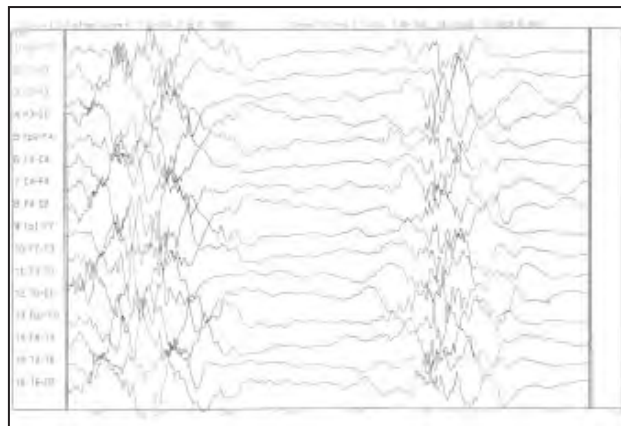
U dzieci starszych znajduje zastosowanie metoda deprywacji snu, a następnie uzyskania zapisu w senności, zasypianiu i śnie. Czas deprywacji snu zależy od wieku dziecka. Część autorów nie zaleca całonocnej deprywacji snu ze względu na ryzyko wystąpienia napadu po wybudzeniu już po opuszczeniu przez pacjenta pracowni [7]. Zapis po deprywacji snu ma też wartość, jeśli pacjent w czasie badania nie zaśnie, ponieważ już sama deprywacja może ujawnić nieprawidłowe padaczkowe zmiany w zapisie [7].

EEG w wybranych padaczkach dziecięcych

Wiek dziecięcy jest okresem szczególnej zmienności i różnorodności czynności bioelektrycznej mózgu. W okresie rozwojowym występują rodzaje napadów i zespoły padaczkowe typowe dla wieku dziecięcego z charakterystycznymi cechami zapisów elektroencefalograficznych, przechodzące w inne typy napadów i niemające odpowiedników w wieku dorosłym. To, jaki jest zapis EEG w danej padaczce, zależy nie tylko od rodzaju napadów, ale też od stopnia dojrzałości mózgu dziecka w momencie wystąpienia tej choroby.

W ciężkich encefalopatiach padaczkowych wieku dziecięcego obserwuje się zapis o charakterze wyładowanie-cisza (SBA – *burst-suppression activity*), gdzie uogólnione wyładowania fal wolnych i iglic, trwające 1–2 s występują naprzemiennie ze spłaszczeniem zapisu prawie do linii izoelektrycznej 3–4 s – ryc. 4. Jest to zapis źle rokujący co do przebiegu choroby [8,9].

Innym bardzo charakterystycznym zapisem jest hypersyrtmia. Dominują w niej wysokonapięciowe fale wolne z iglicami i falami ostrymi o zmiennej amplitudzie i lokalizacji. Brak jest widocznej czynności podstawowej. Hypersyrtmia może utrzymywać się do 18 miesiąca życia. Typowo występuje w zespole Westa [4,8,9].

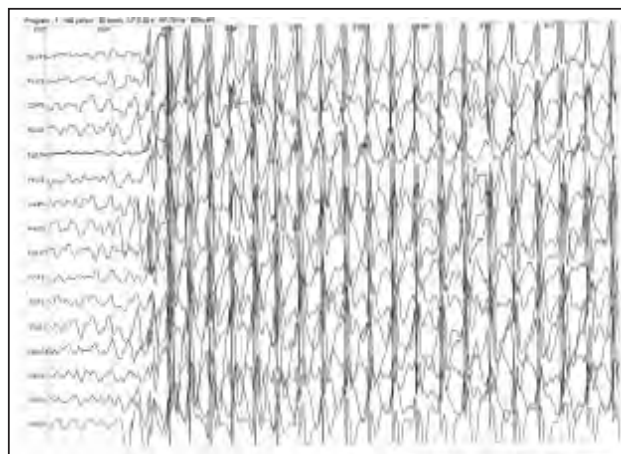


Ryc. 4. Zapis wyładowanie-cisza u 4-miesięcznego niemowlęcia z encefalopatią padaczkową *Suppression-burst activity in 4-month-old infant with epileptic encephalopathy*

Charakterystyczny zapis występuje również w zespole Lennox-Gastaut. Są to zmiany uogólnione napadowe w postaci zespołów iglica-fala lub wolna iglica-fala. W zespole objawowym czynność podstawowa jest nieprawidłowa, zbyt wolna, mało zróżnicowana i słabo reaktywna. Mogą być obecne iglice, wolne iglice, szczególnie w odprowadzeniach czołowych i skroniowych [4,8,9].

W dziecięcej padaczce z napadami nieświadomości CAE (*childhood absence epilepsy*) na tle prawidłowej czynności podstawowej występują rytmiczne wyładowania zespołów iglica-fala wolna 3 Hz [8,10]. Wyładowania nasilają się w hiperwentylacji lub są przez nią prowokowane – ryc. 5.

EEG w łagodnej padaczce dziecięcej z iglicami w okolicy centralno-skroniowej BECT (*benign childhood*

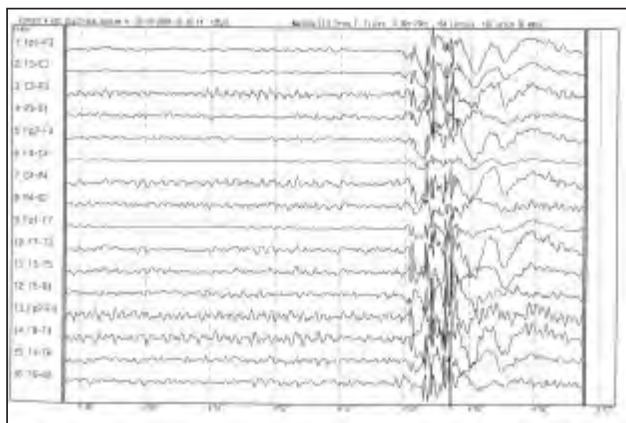


Ryc. 5. Wyładowania zespołów iglica-fala wolna 3 Hz u 5 letniej dziewczynki z dziecięcą padaczką z napadami nieświadomości *Discharges of spike-wave 3 Hz in 5-year-old girl with childhood absence epilepsy*

epilepsy with centrotemporal spikes) charakteryzuje występowanie iglic i zespołów iglicy z falą wolną w odprowadzeniach centralno-skroniowych (potencjał rolandyczny). Zmiany są silnie aktywowane sennością i snem. W kolejnych zapisach może zmieniać się strona występowania powyższych fal [4,8,9,11].

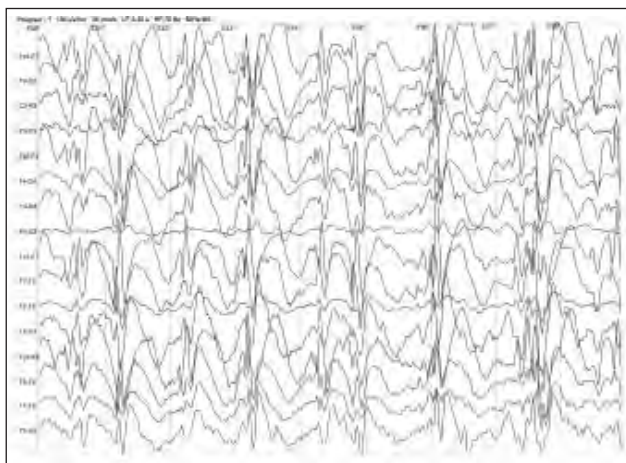
Padaczką okresu dojrzewania z charakterystycznym zapisem EEG jest młodzieńcza padaczka miokloniczna JME (*juvenile myoclonic epilepsy*), w której występują uogólnione wyładowania iglic, wieloiglic i zespołów wieloiglica-fala wolna. Zmiany nasilają się w HW. Są silnie aktywowane przez deprywację snu. U ponad 30% pacjentów występuje fotowrażliwość [4,8,9] – ryc. 6.

W padaczce z ciągłymi wyładowaniami w czasie snu wolnofalowego w zapisie EEG w czuwaniu występują zmiany uogólnione napadowe w postaci wysokonapię-



Ryc. 6. Wyładowanie zespołów wieloiglica-fala wolna w młodzieńczej padaczce mioklonicznej u 15-letniego chłopca *Discharge of polyspike-wave in juvenile myoclonic epilepsy in 15-year-old boy*

ciowych zespołów iglica-fala wolna lub zmiany zlokalizowane w odprowadzeniach czołowo-skroniowych albo centralno-skroniowych w postaci zespołów iglica-fala wolna. We śnie NREM zmiany mają charakter uogólniony prawie ciągły w postaci wolnych zespołów iglica-fala wysokonapięciowych, zajmujących powyżej 85% snu NREM [8] – ryc. 7.



Ryc. 7. Zapis z ciągłymi wyładowaniami w czasie snu wolnofalowego u 5-letniego chłopca *Record of continuous spike-waves during slow sleep in 5-year-old boy*

TRUDNOŚCI INTERPRETACYJNE ZAPISÓW DZIECIĘCYCH

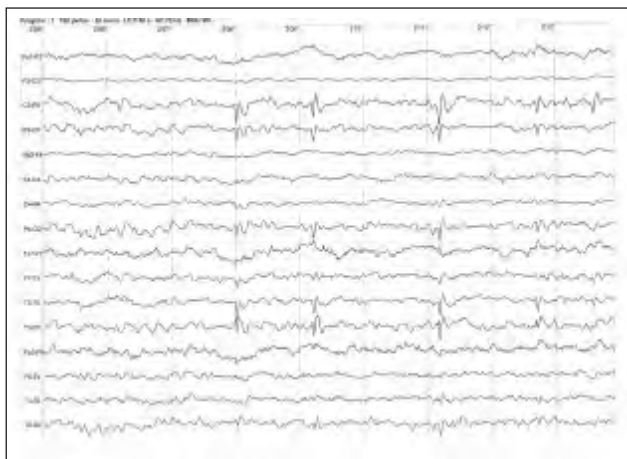
Zapisy czynności bioelektrycznej mózgu dzieci cechuje duża zmienność i różnice indywidualne. Rozpoznanie nieprawidłowej czynności EEG powinno być więc ostrożne i ograniczać się do niebudzących wątpliwości odchyień od normy. W pewnych okresach rozwoju dziecka w EEG występują przejściowe zwolnienia częstotliwości zapisu lub jego asymetrie, które nie świadczą o patologii.

Fale wolne dominują w czynności podstawowej u najmłodszych dzieci. Wraz z wiekiem i dojrzewaniem mózgu częstotliwość fal w okolicy potylicznej się zwiększa. W 3 miesiącu życia dominują tam fale 3–4 Hz, w 5 miesiącu około 5 Hz, w 12 miesiącu 6–7 Hz, w 2 roku życia 6–8 Hz, w 4 roku 7,5–9,5 Hz. Po 10 roku życia w potylicy dominuje rytm alfa 10–12 Hz, który stabilizuje się w następnych latach. Graniczne wartości, poniżej których czynność podstawową uważa się za zwolnioną w stosunku do wieku, to: w 1 roku życia 5 Hz, w 4 roku 6 Hz, w 5 roku 7 Hz i powyżej 8 roku życia 8 Hz [11]. Odchylenia o więcej niż 1 Hz są nieprawidłowością. Niektórzy autorzy są za ostrożną oceną czynności podstawowej jako zbyt wolnej i raczej za wykonaniem kontrolnego zapisu, jeśli zmiany nie korelują z obrazem klinicznym [6]. Należy jednak pamiętać, że liczne fale wolne delta u dziecka powyżej 4–5 roku życia mogą być objawem rzeczywistej patologii mózgu. Należy też pamiętać, że w okolicach ciemieniowo-potylicznych najczęściej lokalizują się zmiany okołoporodowe niedotlenieniowo-niedokrwiennie, które mogą powodować występowanie fal wolnych i zwolnienie czynności podstawowej [2,6].

W okresie rozwojowym mogą pojawić się też przejściowe asymetrie zapisu. Najbardziej znanym przykładem jest fizjologiczna asymetria i asynchronia wrzecion snu w 5–6 miesiącu życia. Przejściowa asymetria czynności podstawowej występuje w 3–4 roku życia. W okresie pokwitania, częściej u dziewcząt, obserwuje się przejściowe zmniejszenie zróżnicowania niektórych okolic, pojawienie się czynności theta i mniejszą regularność fal alfa [3].

Zjawiskiem niekiedy nieprawidłowo interpretowanym przez elektroencefalografistów niedoświadczonych w opisywaniu badań dziecięcych jest hypersynchronia zasypiania, występująca, jak wspomniano wcześniej, przez kilka lat od 4 do 6 miesiąca życia. Składają się na nią synchroniczne fale o wysokiej amplitudzie i częstotliwości 4–5 Hz. U części dzieci ma ona charakter napadowy, utrzymuje się przez kilka minut. Jest zjawiskiem całkowicie prawidłowym [3,5,6].

U części dzieci bez wywiadu w kierunku padaczki mogą być obecne w zapisie iglice zlokalizowane w okolicy centralnej i środkowo-skroniowej (rolandycznej) o morfologii jak w łagodnej padaczce z iglicami w okolicy środkowo-skroniowej. Zmiany takie, o charakterze łagodnego potencjału rolandycznego, opisywano u dzieci z zaburzeniami zachowania, autyzmem, w zespole Aspergera, po urazach czaszkowo-mózgowych, a nawet w bólach głowy [11] – ryc. 8. Iglice zlokalizowane w potylicy występujące w łagodnych padaczkach potylicznych zdarzają się u dzieci z migreną podstawną, a nawet u zdrowych [11].



Ryc. 8. Igllice w odprowadzeniach centralno-skroniowych po stronie lewej – łagodny potencjał rolandyczny u 6-letniego chłopca z bólami głowy i zaburzeniami uwagi, bez padaczki *Left centro-temporal spikes – rolandic spikes in 6-year-old boy with headaches and attention disturbances, without epilepsy*

Inne grafoelementy zapisu, jak wieloiglice, zespoły iglica-fala, wieloiglica-fala, wiążą się z określonymi zespołami padaczkowymi i są zmianami nieprawidłowymi.

WSKAZANIA DO BADANIA EEG

Podstawowym wskazaniem do wykonywania badań EEG u dzieci są stany napadowe. Większość zespołów padaczkowych wieku dziecięcego wykazuje charakterystyczne nieprawidłowe zmiany w zapisie elektroencefalograficznym, które w korelacji z obrazem klinicznym pozwalają na potwierdzenie określonego typu padaczki oraz monitorowanie skuteczności leczenia [7].

Badanie EEG należy wykonać u każdego dziecka z wywiadem wskazującym na obecność napadów padaczkowych. Badanie to pozwala określić typ napadów i zespół padaczkowy oraz zidentyfikować czynniki prowokujące napady. Jest ono również przydatne w diagnostyce różnicowej stanów napadowych niepadaczkowych, zaburzeń snu, zaburzeń świadomości u pacjentów oddziałów intensywnej terapii, orzekaniu o śmierci mózgu [11]. Warto wykonywać EEG u dzieci z drgawkami gorączkowymi w celu zidentyfikowania sytuacji, kiedy wysoka temperatura była czynnikiem prowokującym wystąpienie napadu o charakterze padaczkowym.

EEG jest niezbędne w diagnostyce różnicowej zaburzeń świadomości u dzieci. Pomaga ukierunkować diagnostykę na etiologię metaboliczną, toksyczną, czy zapalną. W szczególności pozwala rozpoznać niedrgawkowy stan padaczkowy i monitorować skuteczność jego leczenia. Znajduje też zastosowanie w neurologii noworodka, chociaż do oceny takiego zapisu konieczna jest szeroka wiedza i doświadczenie elektroencefalografisty. Badanie pozwala rozpoznać drgawki noworodkowe, które niekiedy mają klinicznie ulotny charakter, różnicować drgawki i zaburzenia niedrgawkowe, jak drżenia, bezdechy. EEG jest przydatne w diagnostyce encefalopatii metabolicznych. Śledzenie

zmian w powtarzanych zapisach daje sugestie co do rokowania w poszczególnych zaburzeniach [11,12].

Obok standardowego badania EEG w neuropediatricznie niezmiernie przydatne są nowoczesne techniki zapisu czynności bioelektrycznej mózgu – badanie wielogodzinne Holtera oraz wideometria.

Badanie holterowskie

Zaletą badania całodobowego jest monitorowanie czynności mózgu w warunkach bardziej naturalnych niż badanie w pracowni – w czasie wykonywania przez dziecko codziennych czynności, a także podczas snu. Pozwala to niejednokrotnie na uchwycenie czynników prowokujących napady, zarejestrowanie rzadko występujących napadów, ustalenie, czy zmiany padaczkowe u danego pacjenta są jednorodne, czy zróżnicowane, czy wszystkie incydenty zarejestrowane mają charakter padaczkowy. Badanie wielogodzinne zawiera cały zapis snu. Niejednokrotnie ułatwia decyzję o odstawieniu leczenia lub jego utrzymaniu u pacjentów będących klinicznie bez napadów [4,11].

Wideometria

Badanie wideo EEG, znacznie częściej stosowane w neuropediatricznie niż badanie wielogodzinne, pozwala rozwiązać wiele klinicznych problemów, jak: różnicowanie napadów padaczkowych i niepadaczkowych, ustalenie typu napadów, jeśli klinicznie jest to trudne, daje możliwość lokalizacji ogniska, z którego napad się wywodzi. Metoda ułatwia diagnostykę stanów zaburzeń świadomości – różnicowanie między bezdrgawkowymi stanami padaczkowymi a innymi przyczynami zaburzeń świadomości, jak zatrucia, przyczyny metaboliczne itp. [4,11–14].

Badanie EEG, jak każda metoda diagnostyczna, ma też swoje ograniczenia. Zdarza się, że wykonanie badania nie wnosi nic decydującego do rozpoznania i leczenia w danej jednostce chorobowej czy u danego pacjenta. Wówczas wykonywanie badania jest zbędne. Do takich sytuacji należą m.in.: brak jakiegokolwiek stanów napadowych czy zaburzeń świadomości u pacjenta, obecność napadów czy nieprawidłowego zapisu EEG u kogoś z członków rodziny, a nie u badanego dziecka, brak stanów napadowych u pacjenta z podejrzeniem choroby, w której przebiegu stany napadowe nie występują [7]. Jest oczywiste, że kilka procent zdrowej populacji dziecięcej może mieć nieprawidłowe zmiany w zapisie EEG. Jeśli nie korelują one z objawami klinicznymi, to uzyskany wynik może narazić dziecko na niepotrzebne leczenie, a rodziców na stres. Dlatego też jedynie dogłębna znajomość fizjologii i patologii czynności bioelektrycznej dziecka w każdym wieku pozwala na racjonalne wykorzystanie metody w diagnostyce neuropediatricznej [15].

Poza klinicznym zastosowaniem standardowego badania EEG współczesna informatyka oraz nowoczesne metody analizy komputerowej danych pozwalają na bardziej szczegółową ocenę zapisu m.in. ilościowej analizy amplitudy, częstotliwości, obliczania wzajemnych zależności. Oznaczanie widm czy tworzenie map daje możliwość charakterystyki zapisów odmiennej od oceny wzrokowej – jakościowej [16,17]. W chwili obecnej takie dane są wykorzystywane głównie w opracowaniach naukowych.

PODSUMOWANIE

Badanie EEG jest niezbędnym badaniem diagnostycznym w padaczce i innych niepadaczkowych stanach napadowych u dzieci. W padaczce pozwala na określenie typu napadów i zespołu padaczkowego u danego dziecka. Jest przydatne w diagnostyce różnicowej zaburzeń świadomości. Pomaga rozpoznać etiologię metaboliczną, toksyczną, czy zapalną. Zastosowanie metod aktywacji zapisu oraz badania holterowskiego lub wideometrii daje możliwość ustalenia czynników prowokujących napady. EEG jest badaniem nieinwazyjnym, powtarzalnym, pozwalającym śledzić dynamikę zmian i oceniać skuteczność leczenia. Jest niezbędne do rozpoznania niedrgawkowego stanu padaczkowego.

Zastosowanie oceny ilościowej zapisu i tworzenie map stwarza szansę analizy zmian nieuchwytnych w ocenie wzrokowej w zakresie częstotliwości i amplitudy w różnych stanach patologicznych.

Pełne wykorzystanie metody jest możliwe tylko wówczas, gdy badanie jest wykonane prawidłowo, ma odpowiedni czas trwania, nie zawiera artefaktów, a jego interpretacja jest oparta na doskonałej znajomości norm i patologii zapisu u dzieci.

Prezentowane w pracy zapisy EEG pochodzą ze zbiorów Pracowni EEG Kliniki Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej oraz Poradni Neurologii Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Kościacz-Folga A.: Elektroencefalografia wieku rozwojowego. PZWL, Warszawa 1980.
- [2] Majkowski J.: Elektroencefalografia kliniczna. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1989.
- [3] Pakszys M.: Rozwój czynności bioelektrycznej mózgu u dzieci z uwzględnieniem stanów zachowania. Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 1996.
- [4] Kasprzyk-Obara J.: Badanie elektroencefalograficzne w diagnostyce i leczeniu padaczek. [w:] Postępy w diagnostyce i leczeniu chorób układu nerwowego u dzieci. Józwiak S. (red.), Wydawnictwo Bifolium, Lublin 1999.
- [5] Philips J., Holt M.D.: Introduction in pediatric EEG. <http://www.pediatrics.emory.edu/divisions/neurology/pedeeeg.html>
- [6] Rowan A.J., Tolunsky E.: Podstawy EEG z miniatrasem. Wydanie I polskie. Sobieszek A. [red.], Urban & Partner, Wrocław 2004.
- [7] Panayotopoulos C.P.: EEG in childhood epilepsies. [w:] A practical guide to childhood epilepsies. Panayotopoulos C.P. (red.), Medicinae, Oxford 2006.
- [8] Czochońska J., Szczepanik E., Pakszys M.: Zespoły padaczkowe u dzieci i młodzieży. Wydawnictwo Bifolium, Lublin 2002.
- [9] Majkowski J.: Badanie elektroencefalograficzne w padaczce u dzieci. [w:] Padaczka i inne stany napadowe u dzieci. Michałowicz R. (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1992.
- [10] Szczepanik E., Pakszys M.: Padaczki idiopatyczne z napadami nieświadomości. *Przegl Lek* 2001; 58 (Supl. 1): 32–36.
- [11] Kubik A.: Badanie EEG, video-EEG i holterowskie EEG w stanach napadowych. [w:] *Neuropediatria*. Kaciński M. (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007.
- [12] Kubik A.: Wskazania do badania EEG w neuropedii. [w:] *Neuropediatria*. Kaciński M. (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007.
- [13] Kaciński M., Kubik A., Zając A.: Videoelektroencefalografia w stanach napadowych u dzieci. *Przegl Lek* 2001; 58 (Supl.1): 25–31.
- [14] Kułak W., Sobaniec W.: Zastosowanie wideometrii w diagnostyce stanów napadowych u dzieci. *Ped Pol* 1999; 6 (Supl.): 420.
- [15] Mizrahi E.M.: Avoiding the pitfall of EEG interpretation in childhood epilepsy. *Epilepsia* 1996; 37 (Supl.1): S41–S51.
- [16] Kułak W., Sobaniec W.: Quantitive EEG analysis in children with hemiparetic cerebral palsy. *NeuroRehab* 2005; 20: 75–84.
- [17] Sobaniec W., Kułak W., Śmigieliska-Kuzia J. et al.: Analiza ilościowa EEG w aspekcie zmienności sezonowej u pacjentów z przewlekłą padaczką. *Neurol Neurochir Pol* 2006; 40 (Supl. 2): 182.

Adres do korespondencji:

Barbara Artemowicz, Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej, Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, ul. Waszyngtona 17, 15-274 Białystok, e-mail: artemowicz@poczta.onet.pl