

Wykorzystanie jakościowej i ilościowej analizy EEG dla oceny wczesnych i późnych następstw urazów czaszkowo-mózgowych u dzieci

Application of qualitative and quantitative EEG analysis for evaluation of early and late consequences of cranio-cerebral injuries in children

¹Anna Jędrzejewska, ²Krystyna Dobosiewicz, ¹Małgorzata Szota, ¹Krzysztof Czernicki, ¹Maria Flak, ¹Irena Dynier-Jama, ¹Jacek Durmała

¹ Katedra i Klinika Rehabilitacji Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

² Katedra Fizjoterapii GWSH, Katowice

STRESZCZENIE

Cel. Celem pracy było poznanie wzorca zachowań czynności podstawowej mózgu u dzieci bezpośrednio po urazie oraz w trakcie ewolucji zmian po roku i po pięciu latach. **Materiał i metody.** Analizie poddano grupę 30 dzieci (22 chłopców i 8 dziewczynek) z urazami czaszkowo-mózgowymi w wieku 6–16 lat (średnia wieku +/- 10,5). Wśród nich 15 stanowiły dzieci ze stłuczeniem, a 15 z zespołem wstrząśnienia mózgu. **Wyniki i omówienie.** W wykonanych zapisach EEG i mEEG stwierdzono typową reaktywność na przebyty uraz czaszkowo-mózgowy, charakteryzującą się podczas rocznej obserwacji utrzymywaniem się zmian pod postacią czynności wolnej w okolicy potylicznej, zwłaszcza u dzieci młodszych i z długotrwałymi zaburzeniami świadomości. Zaobserwowano częściową normalizację zmian w okolicy potylicznej zwłaszcza u dzieci starszych i z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości. Ilościowa ocena czynności podstawowej za pomocą mEEG okazała się obiektywną metodą służącą do oceny czynności podstawowej i śledzenia ewolucji zmian bezpośrednio po urazie, po roku i po pięciu latach. Wartość rokowniczą mają jednak seryjnie wykonane badania EEG i mEEG.

Słowa kluczowe: urazy czaszkowo-mózgowe u dzieci, analiza jakościowa EEG, analiza ilościowa EEG

ABSTRACT

Purpose. The aim of the work was to determine a model for the basic function of the brain in children directly after the trauma and during changes evolving one and 5 years after the incident.

Material and methods: The test group comprised 30 children aged 6–16 (average age 10.5), comprising 22 boys and 8 girls. 15 children suffered a cranio-cerebral trauma and 15 had a concussion. **Conclusions.** The EEG records reveal typical reactivity to the cranio-cerebral injury, characterized during the first year of observation by continued changes in the form of free activity in the occipital area, especially in younger children, accompanied by long periods of consciousness disorders. Partial normalization of changes in the occipital area was observed, especially in older children, accompanied by short periods of consciousness disorders. The quantitative analysis of the basic function with the application of mEEG turned out to be an objective method to assess the basic function and monitor the changes evolving directly after the injury, during the first year after the injury and in 5 years' time. The diagnostic value, however, lies in the EEG and mEEG examinations carried out in series.

Key words: cranio-cerebral injuries in children, qualitative analysis of EEG, quantitative analysis of EEG

Znaczenie elektroencefalografii (EEG) w diagnostyce świeżych urazów czaszkowo-mózgowych zmalało wraz z rozwojem nowych metod oceny ośrodkowego układu nerwowego OUN. Nadal jednak odgrywa rolę w przypadku śledzenia dynamiki procesu, obiektywizacji skutków urazu oraz w celach orzecznich [1, 2]. Oceniając czynność bioelektryczną mózgu u dzieci, pamiętać trzeba, że zmiany tej czynności po urazie zależą nie tylko od rozległości, rodzaju i stopnia pourazowego uszkodzenia, ale również od okresu rozwoju mózgu w chwili urazu [3, 4]. Uwzględniając powyższe, w pracy prześledzono stopień zaburzeń czynności podstawowej w zapisach EEG u dzieci z urazami

czaszkowo-mózgowymi o różnym stopniu nasileń urazu. W ostatnim czasie w metodzie badań EEG powstała możliwość poszerzenia oceny zapisu za pomocą komputerowej analizy czynności podstawowej – *mapping EEG* (mEEG).

CEL PRACY

1. Ocena przydatności badania EEG i mEEG u dzieci po urazach czaszkowo-mózgowych jako jednego z czynników prognostycznych.
2. Ocena czynności podstawowej mózgu u dzieci bezpośrednio po urazie oraz w trakcie ewolucji zmian po roku i po pięciu latach od urazu za pomocą tych metod.

MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano grupę 30 dzieci (22 chłopców i 8 dziewczynek) z urazami czaszkowo-mózgowymi w wieku 6–16 lat (średnia wieku \pm 10,5). Wśród nich 15 stanowiły dzieci ze stłuczeniem mózgu, a 15 z zespołem wstrząśnienia mózgu. Dzieci przyjęte były do Kliniki Rehabilitacji po wcześniejszej diagnostyce w oddziałach neurochirurgii i chirurgii dziecięcej. Wśród dzieci po przebytych wstrząśnieniu mózgu: troje było w stopniu lekkim (15 punktów w skali Glasgow GCS), czworo w stopniu średnim (14 punktów wg skali GCS) oraz ośmioro w stopniu ciężkim (13 punktów wg skali GCS). W grupie dzieci po przebytych stłuczeniu mózgu ośmioro było po stłuczeniu półkul mózgu (poniżej 8 punktów wg skali GCS), a siedmioro dzieci spełniało kryteria uszkodzenia pnia mózgu (poniżej 6 punktów wg skali GCS). Z wywiadu wynikało, że w grupie dzieci po stłuczeniu mózgu ośmioro przebyło zabiegi neurochirurgiczne ewakuacji krwinków – podtwardówkowych u trojga, nadtwardówkowych u trojga oraz krwiaka śródmózgowego u dwojga, u dwojga doszło do samoistnej ewakuacji krwiaka. W okresie prowadzenia badań EEG i mEEG u dzieci nie stosowano leczenia farmakologicznego poza grupą sześciu chorych, u których stwierdzono padaczkę pourazową. Grupę porównawczą stanowiło 30 zdrowych, zgodnych wiekowo dzieci, u których nie stosowano żadnego leczenia farmakologicznego [5].

Tab. 1. Stopień uszkodzenia OUN w wyniku urazu czaszkowo-mózgowego *Degree of CNS injury as a result of a cranio-cerebral injury*

Wiek w latach	Liczba dzieci	Z utratą przytomności				
		do 6 godzin bez objawów ogniskowych			powyżej 6 godzin z objawami ogniskowymi	
		zespół wstrząśnienia mózgu			zespół stłuczenia mózgu	
		lekki GCS	średni GCS	ciężki GCS	półkul mózgu GCS < 8	pnia mózgu GCS < 6
5-15	30	15	14	13	8	7
		3	4	8	8	7

U wszystkich chorych przeprowadzono • ocenę według skali Glasgow (GCS) lub jej modyfikacji dla dzieci • badanie neurologiczne z uwzględnieniem stanu zdrowia i rozwoju umysłowego przed urazem • badanie dna oka • ocenę czynności bioelektrycznej mózgu w konwencjonalnym zapisie EEG wykonanym 16-kanalowym aparatem firmy Medicor w międzynarodowym układzie elektrod 10–20 oraz za pomocą mappingu EEG (mEEG) aparatem NeuroscanPlus firmy Proster w pracowni EEG w Reptach Śląskich, a następnie w Katowicach-Ochojcu (opisujący dr n. med. Anna Jędrzejewska).

Badania EEG wykonywano możliwie najwcześniej po urazie, w 3, 6, 12 miesiącu, a następnie w zależności od stanu klinicznego w okresie pięciu lat od urazu. Analizie poddano zapisy wykonane bezpośrednio po urazie, po

roku i po pięciu latach z uwzględnieniem dzieci z krótkotrwałymi i długotrwałymi zaburzeniami świadomości w stosunku do grupy porównawczej. Stosowano ocenę jakościową czynności podstawowej w konwencjonalnym zapisie EEG, gdzie za pomocą analizy wzrokowej oceniano dominującą czynność podstawową w zakresie częstotliwości amplitudy oraz organizacji przestrzennej zapisu w okolicy skroniowo-potylicznej oraz reaktywność na reakcje zatrzymania (R.Z.) i hiperwentylację (HW). Następnie śledzono stopień nasilenia zaburzeń czynności bioelektrycznej oraz rozwój występowania na jej tle padaczkopodobnych grafoelementów pod względem zasięgu i charakteru [6]. Celem dokładnej oceny czynności podstawowej u badanych dzieci wykonaliśmy, jednocześnie z konwencjonalnym EEG, mEEG za pomocą systemu komputerowego IBM Dx486. Mapowanie EEG nie obrazuje struktur anatomicznych ani czynności pojedynczych komórek, ale przedstawia obraz stale zmieniających się przestrzennie pól elektrycznych, wytwarzanych przez cały mózg. Temu celowi służy analiza przestrzennego rozkładu pola elektrycznego mózgu, znana pod nazwą BEAM (*brain electric activity mapping*) [7]. Przedstawienie zmian pola elektrycznego w postaci map jest przystępną formą prezentacji uzyskanych danych w porównaniu z konwencjonalnym EEG. Mapowanie podstawowej czynności bioelektrycznej mózgu można podzielić na dwie kategorie: analizę w zakresie napięcia oraz częstotliwości. Różnica między mapowaniem a konwencjonalnym EEG jest taka, że oba zakresy tradycyjnej analizy (częstotliwości i amplitudy) są przeniesione do wymiaru przestrzennego. Analiza spektralna czynności bioelektrycznej mózgu określa topograficzny rozkład czynności w zakresie częstotliwości od 0,5 do 32 Hz. Zajmuje się ona oceną widma czynności bioelektrycznej w zakresie częstotliwości, wprowadzając pojęcie bezwzględnej i względnej mocy widmowej poszczególnych częstotliwości, opartej na Fourierskiej analizie matematycznego przekształcenia potencjałów *Fast Fourier Transformation* (FFT) [8]. Badanie mEEG umożliwia również mapowanie padaczkopodobnych grafoelementów i śledzenie ich dynamiki. Analizę jakościową i ilościową oraz dynamikę zmian czynności podstawowej przeprowadzono oddzielnie między pierwszym zapisem EEG i mEEG a zapisem po roku i po pięciu latach.

W analizie statystycznej przyjęto poziom istotności $p(\alpha) < 0,05$. Do porównania wielu średnich wykorzystano test ANOVA jednoczynnikowa, a następnie do porównań międzygrupowych z grupą porównawczą wykorzystano test Dunnetta, a do porównań między grupami I, II i III test *post-hoc* z poprawką Bonferronięgo.

WYNIKI

Łącznie u badanych 30 dzieci wykonano w ciągu okresu pięcioletniego 300 zapisów EEG i mEEG – co najmniej 10 badań u jednego dziecka.

W ocenie wykonanych zapisów EEG i mEEG uwzględniono analizę jakościową oraz ilościową czynności

1 Stosowane są też nazwy mapowanie EEG (mEEG), topograficzna elektroencefalografia, komputerowe mapowanie mózgu, obrazowanie EEG, mapowanie czynności bioelektrycznej mózgu (analiza spektralna).

ści bioelektrycznej mózgu u dzieci po urazach czaszkowo-mózgowych i w grupie porównawczej, oceniając: pierwsze konwencjonalne zapisy EEG oraz mEEG bezpośrednio po urazie (grupa I), konwencjonalne zapisy EEG oraz mEEG w ok. rok od urazu (grupa II), konwencjonalne zapisy EEG oraz mEEG po pięciu latach od urazu (grupa III).

W konwencjonalnym EEG:

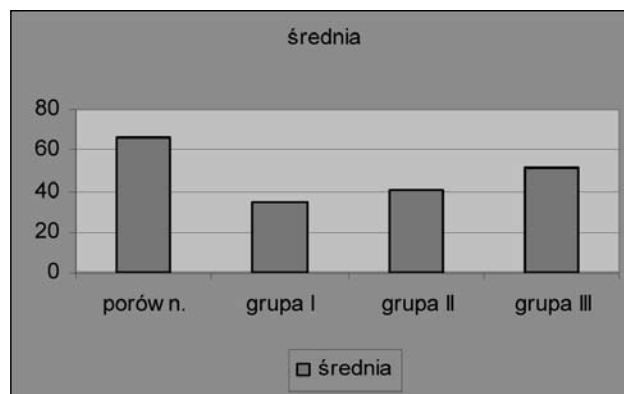
- w grupie porównawczej (kontrolnej) – czynnością dominującą była czynność alfa. Zapis był dobrze zróżnicowany przestrzennie, a amplituda czynności podstawowej wahała się od 50V do 150V. RZ była obecna, HW była bez wpływu na zapis;
- w grupie I (badanie bezpośrednio po urazie) – czynność podstawowa była wyraźnie zwolniona, na jej tle z odprowadzeń potylicznych rejestrowano domieszkę fal wolnych theta i delta, RZ była słabo wyrażona, w HW była hypersynchronia fal theta i delta; obserwowano również zapisy płaskie z brakiem RZ i słabą odpowiedzią na HW;
- w grupie II (badanie w rok po urazie) – obserwowano poprawę czynności podstawowej, w znacznej części zapisów ustąpiła czynność wolna theta i delta oraz poprawiła się amplituda zapisów, RZ i HW były lepiej wyrażone;
- w grupie III (badanie w 5 lat po urazie) – obserwowano dalszą poprawę czynności podstawowej, polegającą na większym udziale czynności alfa, zwłaszcza u dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości.

U sześciorga dzieci z objawami neurologicznymi i długotrwałymi zaburzeniami świadomości rozpoznano padaczkę. U trojga z nich w zapisach EEG stwierdzono utrzymujące się zmiany ogniskowe i do leczenia włączono karbamazepinę. U pozostałych dzieci zmiany miały charakter pierwotnie uogólniony i do leczenia włączono pochodne kwasu walproinowego.

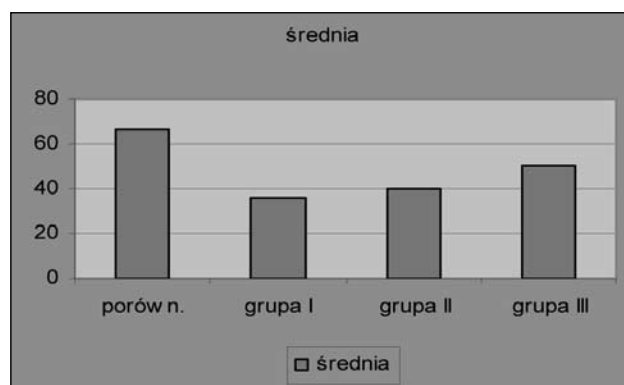
Mapping EEG: Szczegółowe wyniki udziału mocy względnej przedstawiają załączone tabele i ryciny:

Tab. 2., Ryc. 1. Średni procentowy udział mocy względnej częstotliwości alfa pod elektrodą O_1A_2 , O_2A_1 w grupie porównawczej oraz u dzieci po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of relative power of alpha frequency per cent under the electrode O_1A_2 , O_2A_1 in the test group and in children after the skull and brain injury*

O1-alfa RL	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	65,97	34,36	40,78	50,88
SD	11,41	22,12	19,93	18
N	30	30	30	30
p	–	<0,05	<0,05	<0,05



O2-alfa RP	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	66,76	36,39	40,01	50,08
SD	12,08	25,26	22,15	20
N	30	30	30	30
p	–	<0,05	<0,05	<0,05



Grupa porównawcza – dzieci zdrowe

Grupa I – badanie wykonane u dzieci bezpośrednio po urazie

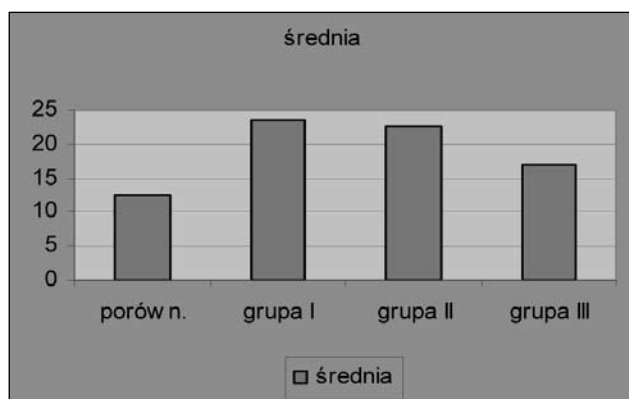
Grupa II – badanie wykonane u dzieci w rok po urazie

Grupa III – badanie wykonane u dzieci w pięć lat po urazie

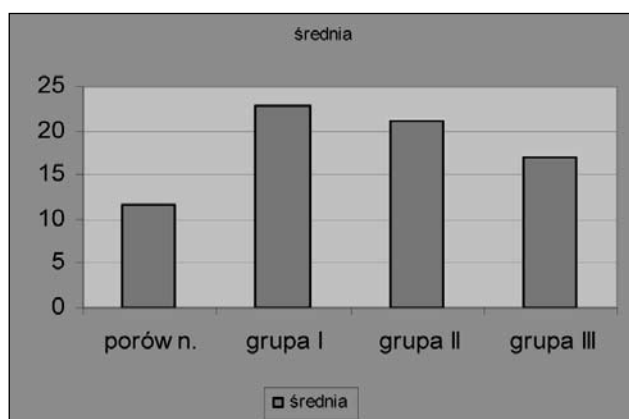
Jak wynika z przedstawionych danych, w porównaniu z grupą kontrolną stwierdzono istotny statystycznie $p < 0,05$ spadek udziału mocy względnej alfa pod elektrodą O_1A_2 bezpośrednio, rok i w pięć lat po urazie. Natomiast przy porównaniu międzygrupowym stwierdzono istotny statystycznie $p < 0,05$ wzrost udziału mocy względnej alfa w grupie III (tj. w pięć lat po urazie) w stosunku do grupy I (bezpośrednio po urazie). Natomiast przy porównaniu grupy I i II oraz II i III wzrost mocy względnej alfa nie był znamieny statystycznie $p > 0,05$.

Tab. 3., Ryc. 2. Średni procentowy udział mocy względnej częstotliwości theta pod elektrodą O₁A₂, O₂A₁ w grupie porównawczej oraz u dzieci po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of relative power of theta frequency per cent under the electrode O₁A₂, O₂A₁ in the test group and in children after the skull and brain injury*

O1-theta RL	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	12,52	23,54	22,56	17,01
SD	6,17	13,94	12,21	10,1
N	30	30	30	30
p	–	<0,05	<0,05	>0,05



O2-theta RP	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	11,7	22,87	21,04	16,95
SD	5,55	13,25	13,43	10,5
N	30	30	30	30
p	–	<0,05	<0,05	>0,05



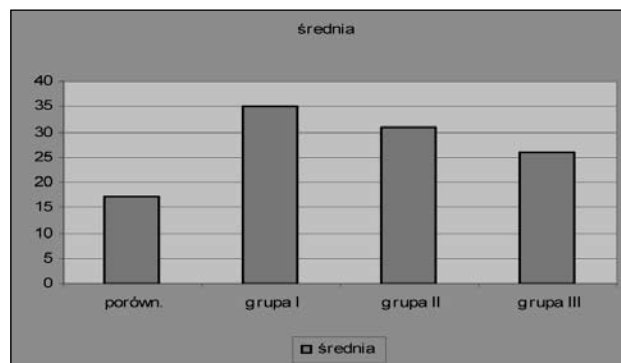
Grupa porównawcza – dzieci zdrowe
 Grupa I – badanie wykonane u dzieci bezpośrednio po urazie
 Grupa II – badanie wykonane u dzieci w rok po urazie
 Grupa III – badanie wykonane u dzieci w pięć lat po urazie

Analizując udział mocy względnej theta, stwierdzono jej wzrost istotny statystycznie $p < 0,05$ w grupie I (tj. bez-

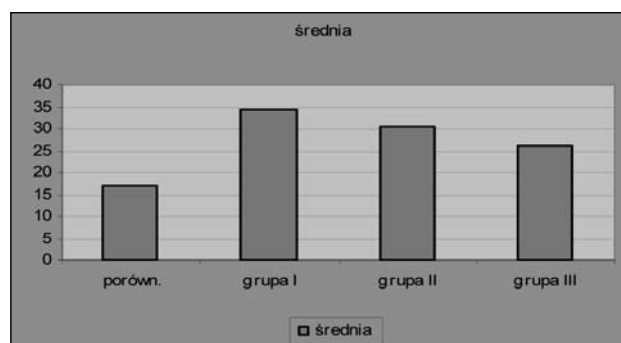
pośrednio po urazie) i w grupie II (tj. w rok po urazie), natomiast po pięciu latach od urazu udział mocy względnej theta był nadal nieznacznie podwyższony w stosunku do grupy porównawczej, ale już nieistotny statystycznie $p > 0,05$. Natomiast przy porównaniu międzygrupowym nie stwierdzono istotności statystycznej $p > 0,05$.

Tab. 4., Ryc. 3. Średni procentowy udział mocy względnej częstotliwości delta pod elektrodą O₁A₂, O₂A₁ w grupie porównawczej oraz u dzieci po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of relative power of delta frequency per cent under the electrode O₁A₂, O₂A₁ in the test group and in children after the skull and brain injury*

O1-delta RL	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	17,09	35,12	30,74	25,88
SD	7,14	15,6	15,88	13,5
N	30	30	30	30
p	–	<0,05	<0,05	>0,05



O2-delta RP	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	16,93	34,42	30,63	25,91
SD	7,61	16,45	14,25	15
N	30	30	30	30
p	–	<0,05	<0,05	>0,05

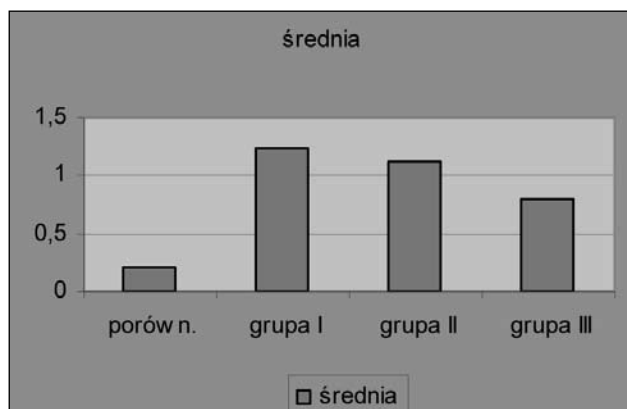


Grupa porównawcza – dzieci zdrowe
 Grupa I – badanie wykonane u dzieci bezpośrednio po urazie
 Grupa II – badanie wykonane u dzieci w rok po urazie
 Grupa III – badanie wykonane u dzieci w pięć lat po urazie

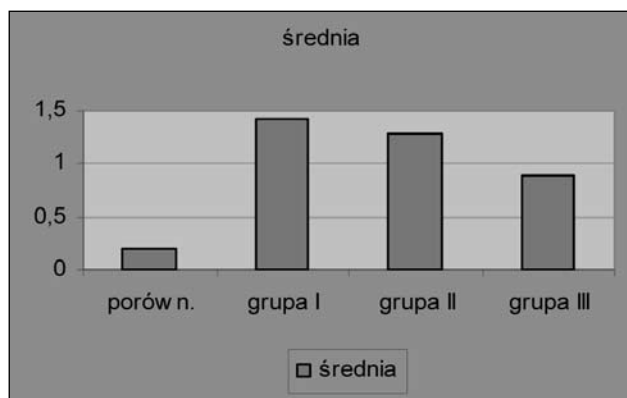
Analizując udział mocy względnej delta, stwierdzono jej wzrost istotny statystycznie $p < 0,05$ w grupie I (tj. bezpośrednio po urazie) i w grupie II (tj. w rok po urazie), natomiast po pięciu latach od urazu udział mocy względnej delta był nadal nieznacznie podwyższony w stosunku do grupy porównawczej, ale już nieistotny statystycznie $p > 0,05$. Natomiast przy porównaniu międzygrupowym nie stwierdzono istotności statystycznej $p > 0,05$.

Tab. 5., Ryc. 4. Średni procentowy udział mocy względnej częstotliwości theta/alfa pod elektrodą O_1A_2 oraz O_2A_1 w grupie porównawczej oraz u dzieci po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of relative power of theta/alfa frequency per cent under the electrode O_1A_2 , O_2A_1 in the test group and in children after the skull and brain injury*

O1-theta/alfa RL	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	0,2	1,23	1,12	0,8
SD	0,13	1,32	1,68	1,4
N	30	30	30	30
p	-	<0,05	<0,05	>0,05



O2-theta/alfa RP	Grupa			
	porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
średnia	0,19	1,42	1,29	0,89
SD	0,11	1,86	1,94	1,49
N	30	30	30	30
p	-	<0,05	=0,05	>0,05



Grupa porównawcza – dzieci zdrowe

Grupa I – badanie wykonane u dzieci bezpośrednio po urazie

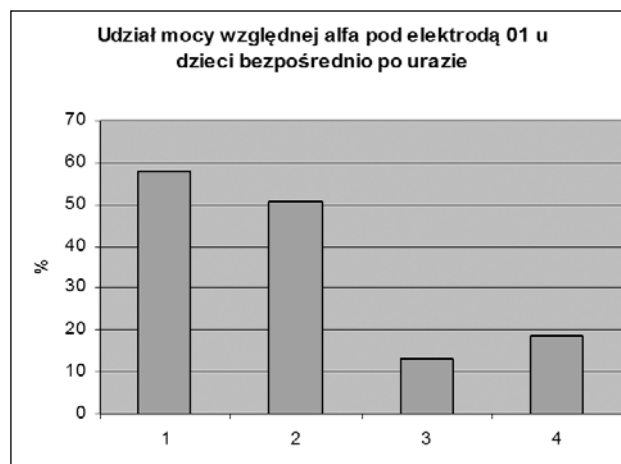
Grupa II – badanie wykonane u dzieci w rok po urazie

Grupa III – badanie wykonane u dzieci pięć lat po urazie

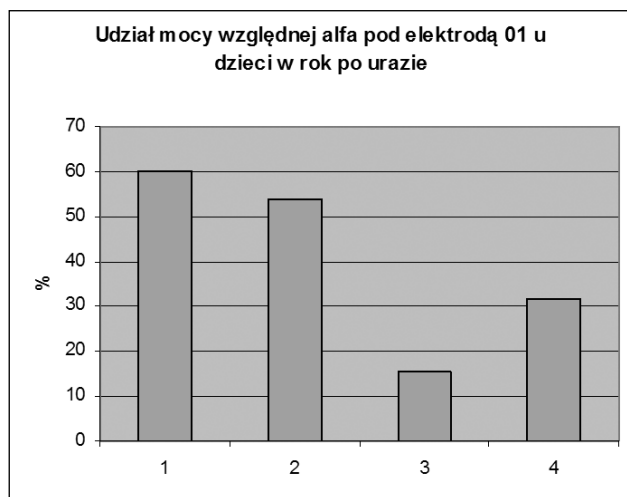
Dla oceny ewolucji zmian pourazowych poddano analizie statystycznej również wskaźnik theta/alfa i stwierdzono wzrost istotny statystycznie $p < 0,05$ w grupie I (tj. bezpośrednio po urazie) i w grupie II (tj. w rok po urazie) $p < 0,05$, natomiast po pięciu latach wskaźnik ten był już niezmienny statystycznie $p > 0,05$. Przy porównaniu międzygrupowym nie stwierdzono istotności statystycznej.

Tab. 6., Ryc. 5. Średni procentowy udział mocy względnej alfa pod elektrodą O_1A_2 u dzieci z różnym stopniem zaburzeń świadomości po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of alfa relative power per cent under the electrode O_1A_2 in children after the skull and brain injury*

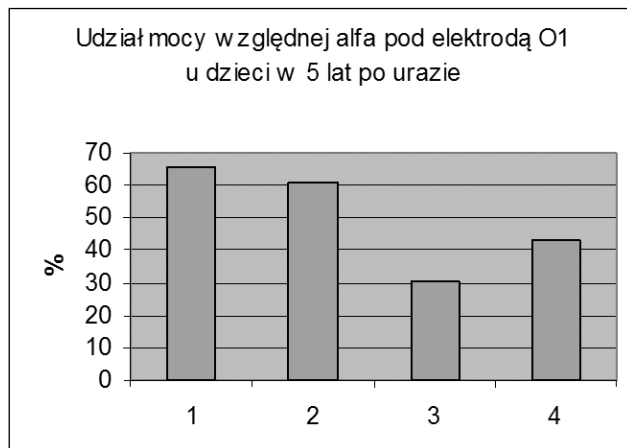
gr. porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości		długotrwałe zaburzenia	
	6-15	6-15	6-8	9-15
Wiek	6-15	6-15	6-8	9-15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	65,97	50,78	13,07	18,58
SD	11,41	18,11	6,32	8,21
p w stosunku do gr. porównawczej		$p > 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
N	30	15	7	8



gr. porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości		długotrwałe zaburzenia	
	6-15	6-15	6-8	9-15
Wiek	6-15	6-15	6-8	9-15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	65,97	53,65	15,32	31,62
SD	11,41	16,18	7,99	11,21
p w stosunku do gr. porównawczej		$p > 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,01$
N	30	15	7	8



gr. porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia		
1.	2.	3.	4.	
Wiek	6-15	6-15	6-8	9-15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	65,97	60,9	30,15	43,1
SD	11,41	12,31	9,67	10,32
p w stosunku do gr. porównawczej	p>0,05	p<0,001	p<0,01	
N	30	15	7	8

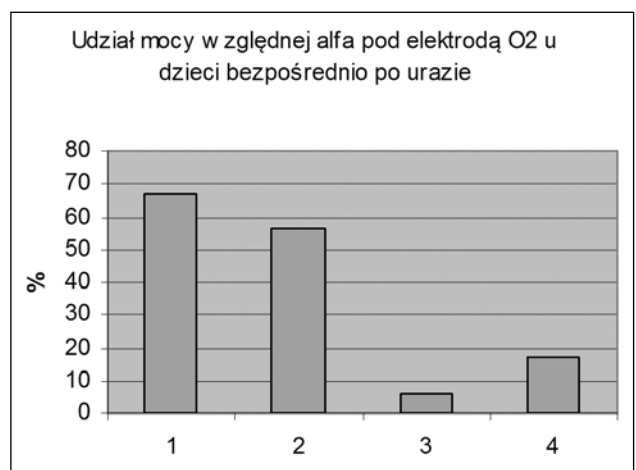


- 1 – grupa porównawcza w wieku 6–15 lat
- 2 – dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–15 lat
- 3 – dzieci z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–8 lat
- 4 – dzieci z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 9–15 lat

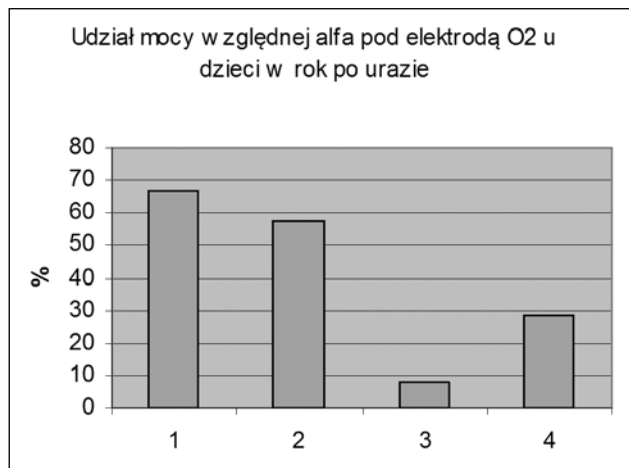
Jak wynika z przedstawionych danych, w porównaniu z grupą kontrolną, spadek mocy względnej alfa pod elektrodą O₁A₂ bezpośrednio, rok i pięć lat po urazie był nieistotny statystycznie p>0,05 w grupie z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości, a wykazywał istotność statystyczną p>0,05 w grupie z długotrwałymi zaburzeniami świadomości, zarówno u dzieci młodszych, jak i starszych.

Tab. 7., Ryc. 6. Średni procentowy udział mocy względnej alfa pod elektrodą O₂A1 u dzieci z różnym stopniem zaburzeń świadomości po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of alfa relative power per cent under the electrode O₂A1 in children after the skull and brain injury*

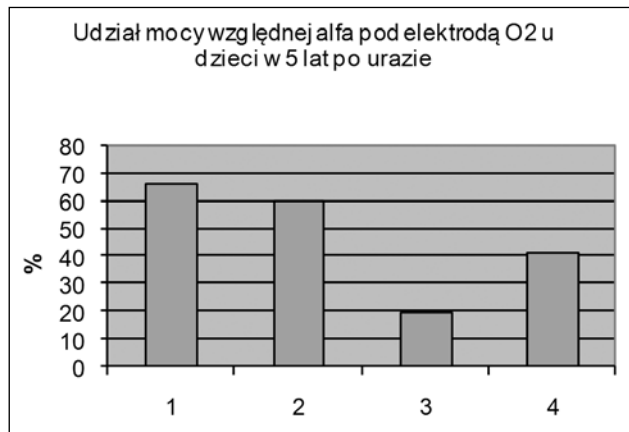
grupa porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia		
Wiek	6–15	6–15	6–8	9–15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	66,76	56,47	6,18	17,19
SD	12,08	17,23	2,77	5,23
p w stosunku do gr. porównawczej	p>0,05	p<0,001	p<0,001	
N	30	15	7	8



grupa porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia		
Wiek	6–15	6–15	6–8	9–15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	66,76	57,32	8,03	28,69
SD	12,08	16,21	3,21	8,76
p w stosunku do gr. porównawczej	p>0,05	p<0,001	p<0,001	
N	30	15	7	8



grupa porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia		
Wiek	6-15	6-8	9-15	
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	66,76	60,15	19,95	41,28
SD	12,08	11,56	8,23	11,29
p w stosunku do gr. porównawczej	p > 0,05	p < 0,001	p < 0,05	
N	30	15	7	8

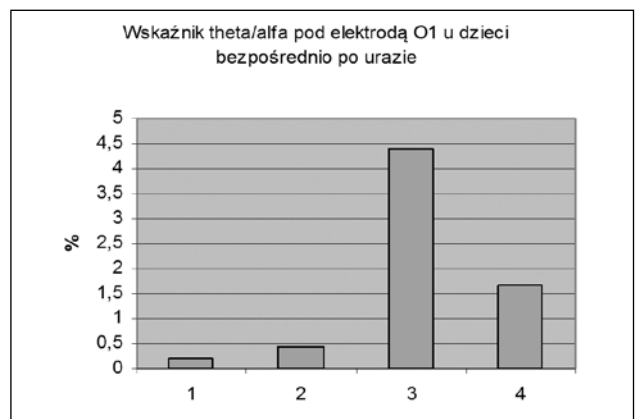


- 1 – grupa porównawcza w wieku 6–15 lat
- 2 – dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–15 lat
- 3 – dzieci młodsze z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–8 lat
- 4 – dzieci starsze z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 9–15 lat

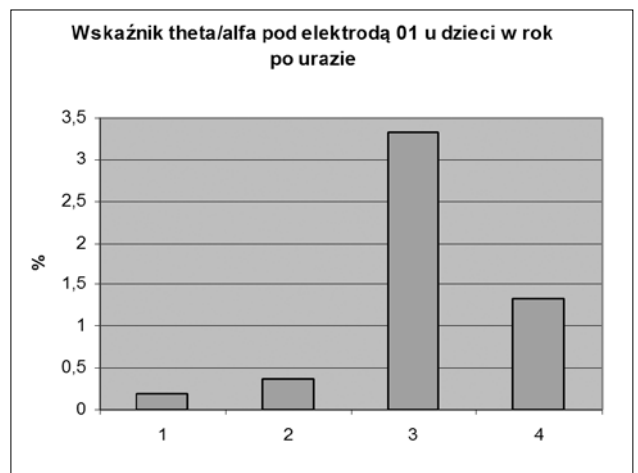
Jak wynika z przedstawionych danych, w porównaniu z grupą kontrolną spadek mocy względnej alfa pod elektrodą O₂A₁ bezpośrednio, rok i pięć lat po urazie był nieistotny statystycznie p > 0,05 w grupie dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości, a wykazywał istotność statystyczną p < 0,05 w grupie z długotrwałymi zaburzeniami świadomości, zarówno u dzieci młodszych, jak i starszych.

Tab. 8., Ryc. 7. Średni procentowy udział mocy względnej theta/alfa pod elektrodą O₁A₂ u dzieci z różnym stopniem zaburzeń świadomości po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of theta/alfa relative power per cent under the electrode O₁A₂ in children after the skull and brain injury*

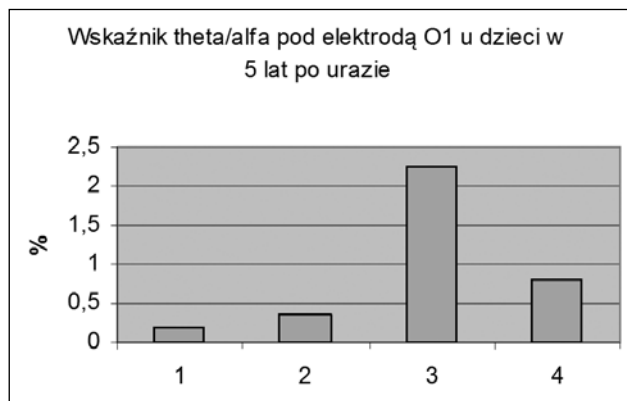
grupa porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia		
Wiek	6-15	6-8	9-15	
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	0,20	0,45	4,41	1,68
SD	0,13	0,33	1,41	0,42
p w stosunku do gr. porównawczej	p > 0,05	p < 0,001	p < 0,01	
N	30	15	7	8



grupa porównawcza	krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia		
Wiek	6-15	6-8	9-15	
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	0,20	0,36	3,32	1,33
SD	0,13	0,21	1,13	,26
p w stosunku do gr. porównawczej	p > 0,05	p < 0,001	p < 0,01	
N	30	15	7	8



Wskaźnik theta/alfa pod elektrodą O1 u dzieci w 5 lat po urazie				
grupa porównawcza		krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia	
Wiek	6–15	6–15	6–8	9–15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	0,20	0,35	2,25	0,80
SD	0,13	0,17	0,78	0,17
p w stosunku do gr. porównawczej		p>0,05	p<0,001	p<0,01
N	30	15	7	8

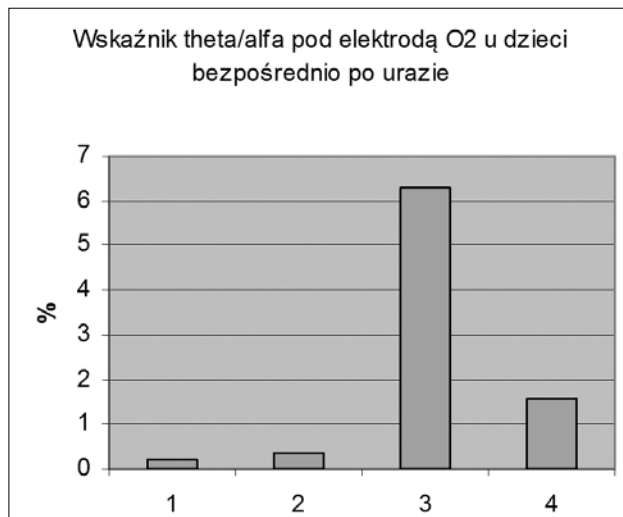


- 1 – grupa porównawcza w wieku 6–15 lat
- 2 – dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–15 lat
- 3 – dzieci młodsze z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–8 lat
- 4 – dzieci starsze z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 9–15 lat

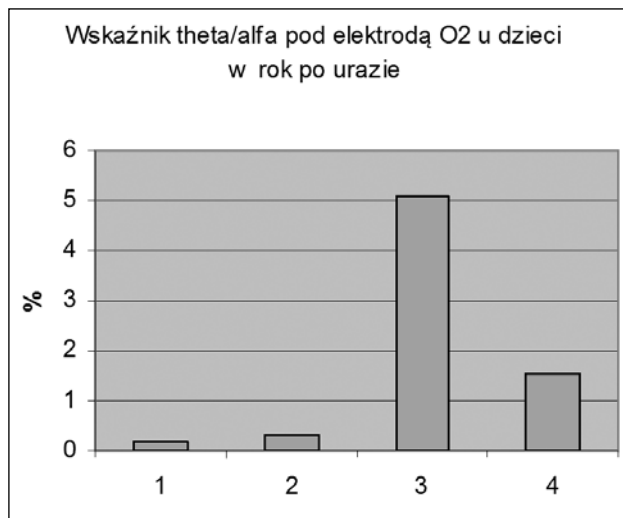
Jak wynika z przedstawionych danych, w porównaniu z grupą kontrolną, wskaźnik theta/alfa pod elektrodą O₁A₂ bezpośrednio, rok i pięć lat po urazie był nieznacznie podwyższony (nieistotny statystycznie) p>0,05 w grupie dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości, natomiast był znacznie podwyższony i wykazywał istotność statystyczną p<0,05 w grupie dzieci młodszych i starszych z długotrwałymi zaburzeniami świadomości.

Tab. 9., Ryc. 8. Średni procentowy udział mocy względnej theta/alfa pod elektrodą O₂A1 u dzieci z różnym stopniem zaburzeń świadomości po urazie czaszkowo-mózgowym *Average share of theta/alfa relative power per cent under the electrode O₂A1 in children after the skull and brain injury.*

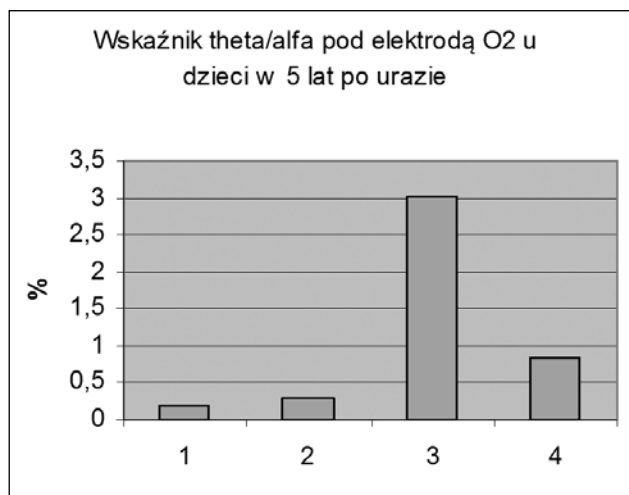
Wskaźnik theta/alfa pod elektrodą O2 u dzieci bezpośrednio po urazie				
grupa porównawcza		krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia	
Wiek	6–15	6–15	6–8	9–15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	0,19	0,34	6,28	1,56
SD	0,11	0,14	2,56	0,43
p w stosunku do grupy porównawczej		p>0,05	p<0,001	p<0,01
N	30	15	7	8



Wskaźnik theta/alfa pod elektrodą O2 u dzieci w rok po urazie				
grupa porównawcza		krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia	
Wiek	6–15	6–15	6–8	9–15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	0,19	0,32	5,1	1,55
SD	0,11	0,15	2,77	0,52
p w stosunku do grupy porównawczej		p>0,05	p<0,001	p<0,01
N	30	15	7	8



Wskaźnik theta/alfa pod elektrodą O2 u dzieci w 5 lat po urazie				
grupa porównawcza		krótkotrwałe zaburzenia świadomości	długotrwałe zaburzenia	
Wiek	6–15	6–15	6–8	9–15
Grupa	1.	2.	3.	4.
Średnia	0,19	0,3	3,01	0,82
SD	0,11	0,14	1,21	0,32
p w stosunku do grupy porównawczej		p>0,05	p<0,001	p<0,01
N	30	15	7	8



1 – grupa porównawcza w wieku 6–15 lat

2 – dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–15 lat

3 – dzieci młodsze z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 6–8 lat

4 – dzieci starsze z długotrwałymi zaburzeniami świadomości w wieku 9–15 lat

Jak wynika z przedstawionych danych, w porównaniu z grupą kontrolną wskaźnik theta/alfa pod elektrodą O₂A₁ bezpośrednio, rok i pięć lat po urazie był nieznacznie podwyższony (nieistotny statystycznie) $p > 0,05$ w grupie dzieci z krótkotrwałymi zaburzeniami świadomości, natomiast był znacznie podwyższony i wykazywał istotność statystyczną $p < 0,05$ w grupie dzieci młodszych i starszych z długotrwałymi zaburzeniami świadomości.

DYSKUSJA

W pracy staraliśmy się ocenić przydatność badania EEG, a zwłaszcza mEEG w ocenie wczesnych i późnych skutków urazów czaszkowo-mózgowych u dzieci [3, 4]. Znaczenie elektroencefalografii (EEG) w diagnostyce świeżych urazów czaszkowo-mózgowych zmalało wraz ze rozwojem nowych metod oceny OUN. Nadal jednak odgrywa ważną rolę [1]. Pamiętać należy, że przy interpretacji zapisów EEG istnieje związek przyczynowy pomiędzy obrazem EEG a czasem, jaki upłynął od urazu, ustalony na podstawie wnikliwie zebranego wywiadu. Konieczna jest dokładna analiza czynników mogących uszkadzać OUN dziecka przed urazem [2]. Nieprawidłowości obserwowane w EEG muszą być konfrontowane w odniesieniu do normy wiekowej. Zmiany w EEG nie świadczą o patomorfologicznym charakterze uszkodzenia i nie są swoiste dla urazu, natomiast cechą wyróżniającą zapisy EEG jest możliwość śledzenia ewolucji zmian w czasie od urazu [1, 9]. Stwierdzono typową reaktywność zapisów EEG na przebyty uraz czaszki, wyrażającą się zmianami w okolicy potylicznej i wzmoczoną wrażliwością na HW. Normalizowały się one na ogół po roku od urazu, zwłaszcza u dzieci starszych. Jest to zgodne z doniesieniami innych autorów [2, 9, 10]. W odniesieniu do diagnostyki klinicznej za pomocą mEEG można wykryć

nawet małe różnice ilościowe w czynności podstawowej mózgu. Mapowanie amplitudy elementów padaczkokształtnych: iglic fali ostrych i zespołów fala ostra z wolną, iglica fala oraz wieloiglic z falą wolną – pozwala na określenie miejsca ich powstania i rozprzestrzeniania [11]. W urazach najbardziej użyteczne jest śledzenie wartości mocy względnej widma fal alfa, theta, delta oraz wskaźnika theta/ alfa (udziału czynności wolnej do czynności prawidłowej). U obserwowanych chorych bezpośrednio po urazie stwierdziliśmy w stosunku do grupy porównawczej znamienne statystycznie spadek udziału mocy względnej częstotliwości alfa i zwiększenie udziału mocy względnej theta, delta oraz wzrost wskaźnika theta/alfa również istotny statystycznie, co jest zgodne z doniesieniami innych autorów [11–18]. W okresie wczesnym po urazie (po roku) zaobserwowaliśmy wzrost udziału mocy względnej alfa, a spadek udziału mocy względnej częstotliwości theta, delta oraz wskaźnika theta/alfa, ale nieistotny statystycznie. Natomiast w okresie późnym (po 5 latach od urazu) stwierdziliśmy znamienne statystycznie spadek czynności wolnej theta, delta oraz wskaźnika theta/alfa.

W grupie dzieci z urazami mózgu, u których zaburzenia świadomości nie były dłuższe niż sześć godzin, uzyskano prawie normalizację zmian w zapisie EEG już w okresie wczesnym po urazie.

W grupie dzieci ze stłuczeniem mózgu, u których zaburzenia świadomości były długie, utrzymywały się w zapisie EEG zmiany pod postacią czynności wolnej zarówno w okresie wczesnym, jak i późnym, przy czym dotyczyło to w większym stopniu dzieci młodszych i było istotne statystycznie.

Porównując zapisy EEG w ocenie konwencjonalnej z metodą analizy spektralnej – komputerowej stwierdzić trzeba, że ta ostatnia przewyższała wartość badania poprzez obiektywność wyników i możliwość przeprowadzenia analizy statystycznej. Analiza spektralna czynności bioelektrycznej pozwala bowiem na wykrycie nawet małych różnic ilościowych. Omawiana metoda umożliwiła obiektywne spojrzenie na ewolucję zmian czynności bioelektrycznej mózgu u dzieci po przebytych urazach czaszkowo-mózgowych.

Dodatkowej analizie poddano zapisy EEG i mEEG u dzieci z padaczką pourazową. Padaczkokształtne grafoelementy poddano analizie wzrokowej, a następnie mapowaniu. Za pomocą mEEG udało się prześledzić rozprzestrzenianie się wyładowania napadowego. Było to pomocne w różnicowaniu zmian pierwotnie i wtórnie uogólnionych oraz w ustaleniu sposobu leczenia. U trojga dzieci, u których stwierdzono zmiany ogniskowe, włączono do leczenia karbamazepinę, a u pozostałej trójki ze zmianami pierwotnie uogólnionymi do leczenia włączono kwas walproinowy. W ocenie czynności podstawowej za pomocą analizy spektralnej analizowano wpływ tych leków, nie stwierdzając istotnych statystycznie różnic między dziećmi biorącymi leki przeciwpadaczkowe a grupą porównawczą. Podobne spostrzeżenia poczynili inni autorzy [19,20].

WNIOSKI

1. Badanie EEG wykonywane u chorych po urazach czaszkowo-mózgowych ma istotną wartość prognostyczną, zwłaszcza gdy jest wykonywane metodą analizy spektralnej.

2. Mapping EEG pozwala na wykrycie ogniska padaczkowego i zróżnicowanie zmian pierwotnie i wtórnie uogólnionych, a analiza spektralna pozwala w sposób obiektywny ocenić ilościowo czynność podstawową mózgu.

3. Wartość powyższych badań zwiększa seryjność ich wykonywania.

4. Ważnym wskaźnikiem oceniającym ewolucję zmian pourazowych jest wskaźnik theta/alfa.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Maksymiuk G., Stępień A., Jernajczyk W. et al.: Badania dodatkowe w ocenie wstrząśnienia mózgu. *Neurol. Neurochir. Pol.*, 1997:31, 579.
- [2] Koślacz-Folga A., Rochowiecka H., Traczyńska-Kubin H.: Próba oceny wpływu urazu czaszkowo-mózgowia u dzieci na rozwój czynności centralnego układu nerwowego. *Pediat. Pol.*, 1966:41, 153.
- [3] Jędrzejewska A., Dobosiewicz K., Durmała J. et al.: Jakościowa i ilościowa analiza EEG w ocenie wczesnych i późnych skutków urazów czaszkowo-mózgowych u dzieci. *Neurol. Neurochir. Pol.*, 2006:40, S188-S189 [38].
- [4] Jędrzejewska A., Dobosiewicz K., Szota M. et al.: Assessment of effects of cranial and cerebral traumas with the use of EEG quantitative and qualitative analysis. *Eur. J. Pediatr. Neurol.*, 2003:7, A22.
- [5] Jędrzejewska A. Praca doktorska: Jakościowa i ilościowa ocena czynności bioelektrycznej mózgu w zapisie EEG u dzieci ze spastycznymi postaciami mózgowego porażenia dziecięcego, 1999.
- [6] Jędrzejewska A., Dobosiewicz K.: Ocena czynności bioelektrycznej mózgu w zapisie EEG u dzieci ze spastycznymi postaciami mózgowego porażenia dziecięcego Część I: ocena jakościowa. *Neurol. Dziec.*, 1999: 8, 16.
- [7] Miszczyk J.: Przestrzenno-czasowa analiza aktywności bioelektrycznej mózgu. [w:] *Elektroencefalografia kliniczna*, red. J. Majkowski, PZWL, Warszawa 1989, 149.
- [8] Duffy F.H., Iyer V.G., Surullo W.W.: *Clinical Electroencephalography and Topographic Brain Mapping*. Springer Verlag, New York 1989, 222.
- [9] Huber Z.: Urazy czaszkowo-mózgowe. [w:] *Elektroencefalografia kliniczna*, red. J. Majkowski. PZWL, Warszawa 1989, 228.
- [10] Czocharńska J.: Padaczka pourazowa. [w:] *Traumatologia wieku rozwojowego*, red. K. Okłot, PZWL, Warszawa 1999, 151.
- [11] Jędrzejewska A., Dobosiewicz K., Ocena czynności bioelektrycznej mózgu w zapisie EEG u dzieci ze spastycznymi postaciami mózgowego porażenia dziecięcego Część II: ocena ilościowa. *Neurol. Dziec.*, 2000:9, 17
- [12] Majchrzak R., Stelmach-Wawrzyczek M., Kazibutowska Z. et al.: 24-godzinne monitorowanie czynności bioelektrycznej mózgu u chorych po urazach czaszki. *Neurol. Neurochir. Pol.*, 1992:26, 172.
- [13] Bierbrauer A., Weissenborn K., Hinrichs H. et al.: Die automatische (computergestützte) EEG-Analyse im Vergleich zur visuellen EEG-Analyse bei Patienten nach leichtem Schädelhirntrauma (Verlaufsuntersuchung). *Z. EEG-EMG*, 1992:23, 151.
- [14] Jonkman E.J., Van Huffelen A.C., Pfuetscheller G.: Quantitative EEG in cerebral ischemia. [w:] *Handbook of Electroenc. Clin. Neurophysiol. Rev. Series*. Eds. Elsevier, Amsterdam 1986, 205.
- [15] Van Huffelen A.C., Poortvliet D.C.J., Van der Wulp C.J.M. et al.: Quantitative EEG in cerebral ischemia. [w:] *EEG and clinical neurophysiology*. Excerpta Medica, Amsterdam 1980, 125.
- [16] Jankowiak M.: Skutki urazów głowy u dzieci w ocenie elektroencefalograficznej. *Neuroskop*, 2001:1, 105.
- [17] Jankowiak M.: Skutki kliniczne i bioelektryczne lżejszych urazów czaszkowo-mózgowych u dzieci: praca doktorska (Akademia Medyczna Katedra i Klinika Chirurgii Dziecięcej, Oddział Neurochirurgii w Poznaniu), Poznań 2001.
- [18] Sidor K.: Rytmiczna czynność wolna w zapisie EEG w różnych stanach chorobowych u dzieci. *Pediat. Pol.*, 1983:58, 963.
- [19] Mazurkiewicz-Beldzińska M., Olszewska A.: Wpływ karbamazepiny, fenytoiny i kwasu walproinowego na procesy poznawcze u dzieci z padaczką. *Biul. Neurol.*, Łódź 1999, supl. 1, 62.
- [20] Pakszys M., Rusek G., Kuszczak B.: Wpływ leków na obraz EEG. Materiały szkoleniowe. Zakład Elektrofizjologii Inst. M. i Dziecka, Warszawa 1998.

Adres do korespondencji:

Katedra i Klinika Rehabilitacji, Śląski Uniwersytet Medyczny, ul. Ziołowa 45/47, 40-635 Katowice, reh@gcm.pl