

KLASYCZNE badania ERG wykazują w sposób obiektywny odchylenia patologiczne na poziomie siatkówki, a ściślej w jej zewnętrznych warstwach^{1,7}. W praktyce klinicznej przy ich właściwej interpretacji dają one cenne wskazówki, które w pewnych przypadkach, jak np. zwyrodnienie tapetoretinalne, determinują rozpoznanie. W innych schorzeniach, jak metalozy, odwarstwienie siatkówki, rozmaite postaci zwyrodnienia siatkówki, określają rozległość uszkodzeń, ułatwiają diagnozę. Mają znaczenie rokownicze jak również są przydatne do obiektywnej oceny skuteczności leczenia^{1,7}. Uszkodzenie komórek zwojowych nie wywiera wpływu na elektretinogram błyskowy (FERG). Wprowadzona przez klinikę szczebińską modyfikacja FERG tzw. test oślnienia⁸ z oznaczeniem czasu regeneracji (c.r.) ERG uległ zmianom w przebiegu jaskry i został wykorzystany do diagnostyki tej choroby. Ze względu na niecałkowicie poznany mechanizm zjawiska oślnienia i konieczność użycia dodatkowej aparatury test ten nie znalazł szerszego, praktycznego zastosowania.

Wzrokowe potencjały wywołane (WPW) informują o prawidłowym lub zaburzonej przejściu bodźca wzrokowego z nabłonka receptorowego siatkówki do kory wzrokowej. Jednak na podstawie analizy WPW nie można ściśle oznaczyć struktur odpowiedzialnych za ich zaburzony przebieg^{1,7}.

Jednym z nowszych badań elektrofizjologicznych jest elektretinogram typu „pattern” (PERG)¹. Maffei i Fiorentini² udowodnili w badaniach doświadczalnych na kotach, że potencjały PERG pochodzą z komórek zwojowych. Ten typ badania elektrofizjologicznego został wykorzystany w diagnostyce chorób n. wzrokowego, również w jaskrze. Przydatność PERG w tych schorzeniach została potwierdzona w badaniach klinicznych wielu autorów^{2, 4, 10, 12, 13}.

Od dwu lat w Pracowni Elektrofizjologicznej naszej kliniki stosujemy PERG w badaniach krótkowzroczności osiowej, zezów, a także jaskry. W niniejszej pracy chcielibyśmy podzielić się naszymi doświadczeniami, dotyczącymi wyników badania PERG w jaskrze otwartego kąta.

MATERIAŁ I METODYKA

Badanie PERG wykonano u 14 osób (20 oczu), w tym 10 kobiet i 4 mężczyzn w wieku 51-77 lat, u których jaskra była klinicznie stwierdzona oraz u 3 osób (5 oczu) w tym 1 kobieta i 2 mężczyźni w wieku 37-59 lat, u których podejrzewano tę chorobę.

Przeprowadzono następujące badania kliniczne: ostrość wzroku, badanie przedniego i tylnego odcinka oka, ciśnienie śródgałkowe, współczynnik odpływu (C), gonioskopię, badanie pola widzenia i kampimetrię. Z badań elektrofizjologicznych wyeliminowano wszystkie przypadki, w których stwierdzono istotne optycznie zmniejszenie soczewki oraz inne choroby siatkówki. Rozmiar źrenicy badanych oczu był jednakowy i porównywalny z grupą kontrolną. U osób leczonych timoptikiem i pilokarpiną (6 osób), ten ostatni lek odstawiono na 12 h przed wykonaniem badania PERG. Grupę kontrolną stanowiły 23 osoby zdrowe (30 oczu) w wieku 16-40 lat, w tym

Z II Kliniki Okulistycznej AM w Szczecinie, kierownik: prof. dr med. Olgierd Palacz oraz z Instytutu Elektroniki i Informatyki Politechniki Szczecińskiej, dyrektor: doc. dr inż. Zbigniew Wysocki

Reprint requests to: Prof. dr med. Olgierd Palacz, ul. Chopina 50 m. 3; 71-450 Szczecin, Poland

OLGIERD PALACZ, WOJCIECH LUBIŃSKI
i KRZYSZTOF PENKALA

Znaczenie ERG typu „pattern” (PERG) w diagnostyce jaskry

THE SIGNIFICANCE OF ERG OF THE “PATTERN” TYPE (PERG) IN DIAGNOSIS OF GLAUCOMA

The authors examined 14 persons (20 eyes) aged 51-77 years with open angle glaucoma and 3 persons (5 eyes) aged 37-59 years who were suspected for this condition. The control group consisted of 23 healthy persons (30 eyes) aged 14-40 years. The PERG results were statistically worked up using the t-Student test. Full clinical examinations and PERG were performed by means of the UTAS E-1000 system of LKC (USA) production according to modified by the authors method of May and coworkers. In the observed glaucoma group the authors revealed a statistically significant reduction of the interpeak values of the PERG in comparison with the control group; this points to a lesion of the ganglion cells in the course of this disease. The modified and adapted for the UTAS E-1000 method of May and coworkers and the applied system of conductors ensured the optimal reception of the PERG signals i.e. the maximal amplitude with minimal disturbances.

HASŁA: elektrofizjologia, PERG, jaskra

KEY WORDS: electrophysiology, PERG, glaucoma

17 mężczyzn i 6 kobiet. Otrzymane wyniki badania PERG opracowano statystycznie testem t-Studenta, przyjmując poziom istotności $p < 0,05$.

Badanie PERG przeprowadzono z użyciem systemu UTAS E-1000 produkcji LKC (USA) wg zmodyfikowanej przez nas metody May'a i współpr.^{2, 4, 9}. Bodźce typu „pattern” były prezentowane badanemu jednocześnie na ekranie monitora z odległości 1 m. Stosowano obraz testowy w postaci szachownicy złożonej z 16x16 pól czarno-białych (kątowy rozmiar pojedynczego pola 50'). Średnia luminacja ekranu wynosiła 100 nt, kontrast ok. 90%. W używanym w teście PERG trybie modulacji kontrastu tzw. „reversal” lub „alternating” zachodził szybkie odwracanie fazy kontrastu (pola ciemne „zamieniają się” miejscami z jasnymi). Częstotliwość zmian fazy kontrastu wynosiła 10 Hz. Przy prezentacji bodźców była zapewniona centralna fiksacja osi wzrokowej. Badanie przeprowadzono w adaptacji nocnej (a.n.), najpierw dla oka prawego, potem lewego. W każdym przypadku ściśle wyrównywano wadę refrakcji. Elektroda aktywna, nie redukująca ostrości wzroku typu „Jet” była umieszczona na rogówce badanego oka, elektroda odniesienia na płatku usznym po tej samej stronie co oko badane, elektroda uziemiająca na płatku usznym strony przeciwnej. Do dwóch ostatnich elektrod użyto żel firmy „Elbiot”. Przedstawiony układ odprowadzeń zapewniał optymalny odbiór sygnału PERG. Zapisów dokonano przy czułości wzmacniacza 1 μV /działkę i paśmie przenoszenia 5...30 Hz, z włączonym filtrem zaporowym, redukującym zakłócenia sieciowe 50 Hz. Uśredniano 150 przebiegów. Uzyskane zapisy PERG archiwizowano na dyskietkach, a przed pomiarem średniej wartości międzyszczytowej (w.m.) każdego przebiegu napięcia dokonano „wygładzenia” sygnału z użyciem filtru cyfrowego.

Tabela I

Pacjent	Wiek	Płeć	Ostrość wzroku (po korekcji)		T (mm Hg)		Tarcza A-D n. II		Pole widzenia 0-III		PERG w.m. (μV)	
			OP	OL	OP	OL	OP	OL	OP	OL	OP	OL
1	77	M	1,0	0,3	17	22	B	C	I	I	2,3 ↓	1,8 ↓
2	63	K	1,0	1,0	20	20	C	C	I	I	2,4	2,5
3	64	K	1,0	0,9	17	17	C	C	I	I	3,1	2,7
4	59	K	0,5	1,0	22	20	D	B	I	I	2,3 ↓	2,7
5	68	M	1,0	1,0	14	14	C	C	II	I	1,0 ↓	3,7
6	57	M	0,8	—	17	—	—	C	—	III	—	2,0 ↓
7	54	K	—	1,0	—	23	—	C	—	—	—	2,3 ↓
8	51	K	—	0,5	—	24	—	C	—	I	—	2,2 ↓
9	78	K	0,7	—	12	—	B	—	I	—	2,9	—
10	70	K	—	0,6	—	17	—	C	—	II	—	2,1 ↓
11	73	M	—	0,5	—	30	—	C	—	II	—	2,1 ↓
12	62	K	1,0	—	24	—	C	—	I	—	2,2 ↓	—
13	55	K	1,0	—	20	—	B	—	0	—	2,9	—
14	73	K	1,0	1,0	14	17	C	C	II	II	1,7 ↓	2,3 ↓
1a	59	K	1,0	1,0	18	18	B	B	0	0	2,2 ↓	2,5
2a	37	M	1,0	1,0	17	17	B	B	0	0	3,8	3,8
3a	55	M	1,0	—	14	—	B	—	0	—	3,6	—

A — tarcza n. II w normie, B — poszerzenie wnęki lub przesunięcie pnia naczyniowego, C — dobrane zagłębienie, D — dobrane zagłębienie z ewidentnym zanikiem jaskrowym.

0 — pole prawidłowe, I — małe ubytki lub wżęcenie obwodowe, II — ubytki Bjerruma, III — ubytki sektorowe.

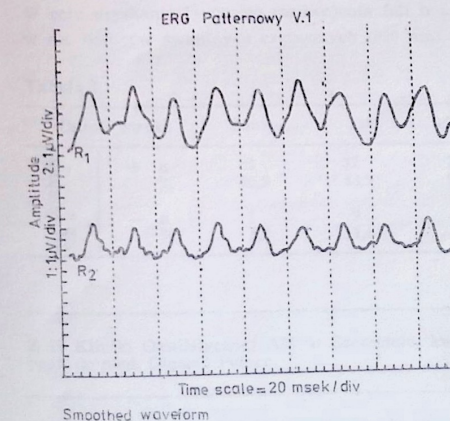
1-14 — jaskra klinicznie udowodniona, 1a-3a — podejrzenie jaskry.

WYNIKI

Wyniki niektórych badań przedstawia tab. I. Większość pacjentów z jaskrą była leczona timoptikiem, 6 osób skojarzonym stosowaniem timoptiku i pilokarpiny. Jedna z obserwowanych pacjentek (nr 14) była po operacji przetokowej obu oczu. U wszystkich badanych

Tabela II. Średnia w.m. PERG w grupie kontrolnej i badanej z jaskrą

	Grupa badana n = 20 $\bar{x} \pm 1$ SD	Grupa kontrolna n = 30 $\bar{x} \pm 1$ SD
Pattern — reversal ERG w.m. μV (peak-to-peak)	2,36 \pm 0,56	3,1 \pm 0,7
	różnice istotne $p < 0,001$	



Ryc. 1. Górny zapis — PERG prawidłowy. Dolny zapis — PERG zredukowany w jaskrze.

stwierdzono kąt przesączania o charakterze rowkowym, tępo lub ostrodziobastym, zawsze otwartym. Współczynnik odpływu (C) był w 11 oczach (55%) $\geq 0,15$, w pozostałych wahał się w granicach 0,08-0,14. W grupie osób podejrzanych o jaskrę, stwierdzono rozszerzone zagłębienie fizjologiczne z przesunięciem w stronę nosa pniem naczyniowym. Próba mydriatyka ujemna.

Tab. II przedstawia średnią w.m. PERG w grupie osób z jaskrą i kontrolnej, natomiast ryc. 1 zapis PERG prawidłowy oraz zredukowany w jaskrze.

OMÓWIENIE

W grupie chorych (20 oczu) na jaskrę otrzymano znamiennej statystycznie redukcję w.m. PERG w porównaniu z grupą kontrolną (tab. II). W 12 oczach (60%), w których jaskra została klinicznie udowodniona zaobserwowano zredukowany PERG, mimo że w połowie przypadków była pełna ostrość wzroku. Średnia wartość ostrości wzroku dla tej grupy wynosiła 0,76. Natomiast w 3 oczach (40%) w.m. PERG mieściły się w granicach normy. Średnia wartość ostrości wzroku dla tej grupy wynosiła 0,95. W omawianej grupie otrzymano z reguły mniejsze zmiany w polu widzenia, niż w oczach, w których PERG był zredukowany. U 3 osób (5 oczu) podejrzanych o jaskrę tylko w jednym oku stwierdzono redukcję w.m. PERG.

Uzyskane wyniki wykazały, że w.m. PERG ulegają często obniżeniu w oczach z jaskrą otwartego kąta. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy^{2, 4, 10, 12, 13}. Redukcja PERG niewątpliwie wynika z uszkodzenia komórek zwojowych w przebiegu jaskry. Zauważono, że obniżenie w.m. PERG występuje częściej i jest większe w przypadkach jaskry ze złą ostrością wzroku oraz z zaawansowanymi zmianami w polu widzenia i na dnie oka, a więc w przypadkach, w których dochodzi do uszkodzenia większej liczby komórek zwojowych. W grupie oczu z rozpoznaną jaskrą otrzymano w 40% wyniki PERG mieszczące się w granicach normy, lecz w większości poniżej średniej w.m. dla grupy kontrolnej. Należy sądzić,

że uszkodzeniu uległa stosunkowo niewielka ilość komórek zwojowych, co w efekcie nie wywołało dużych zmian w PERG. Te właśnie przypadki z pewnością rękują klinicznie znacznie korzystniej.

W przebadanych 5 oczach podejrzanych o jaskrę otrzymano redukcję PERG w jednym oku, w którym jednocześnie nie stwierdzono żadnych zmian w polu widzenia. Być może w obserwowanym przypadku zaistnieje podobna sytuacja jaką opisywali Wanger i Persson¹². Uzyskali oni u kilku pacjentów z podejrzeniem jaskry redukcję PERG, która pogłębiała się z wystąpieniem w późniejszym okresie zmian w polu widzenia i na dnie oka typowych dla jaskry. Quigley¹¹ stwierdził, że aby wykazać ubytki w polu widzenia musi być uszkodzonych przynajmniej 50% komórek zwojowych. Tak więc badanie PERG okazało się być bardziej czułym, wskazującym na uszkodzenie komórek zwojowych niż badanie pola widzenia.

PODSUMOWANIE

1. Zmodyfikowana i dostosowana do systemu UTAS E-1000 metoda May'a i współpracowników oraz zastosowany układ odprowadzeń zapewniały optymalny odbiór sygnału PERG, tj. maksymalną amplitudę przy minimalnych zakłóceniach.

2. W grupie osób z jaskrą otwartego kąta otrzymano znamienne statystycznie redukcję w.m. PERG w porównaniu z grupą kontrolną. Istnieje dodatnia korelacja między wielkością redukcji PERG a ostrością wzroku i zmianami w polu widzenia.

3. PERG jest wartościowym badaniem służącym do obiektywnej oceny stanu zaawansowania jaskry oraz może okazać się przydatne do jej wczesnej diagnozy.

PIŚMIENNICTWO

1. Babel J., Stangos N., Korol S., Spiritus M.: *Ocular Electro-physiology*. (Thieme, Stuttgart 1977). — 2. Dodt E.: The electrical response of the human eye to patterned stimuli; Clinical observations. *Doc. Ophthalmol.* 65: 271-286 (1987). — 3. Maffei L., Fiorentini A.: Electroretinographic response to alternating gratings before and after section of the optic nerve. *Science* 211: 953-955 (1981). — 4. Marcy S., Bodis-Wollner I., Podos S. M., Teitelbaum C. S.: The Pattern ERG and VEP in glaucomatous optic nerve disease in the monkey and human. *Evoked Potentials*, 117-126 (Alan R. Liss Inc. 1986). — 5. May J. G.: Loss in pattern-elicited electroretinograms in optic nerve dysfunction. *Amer. J. Ophthalmol.* 93: 418-422 (1982). — 6. Palacz O., Czepita D., Lubiński W.: Ocena funkcji siatkówki przy pomocy elektroretinograficznego testu oślnienia w przypadkach jaskry prostej. *Klin. oczna* 88: 28-29 (1986). — 7. Palacz O., Czepita D.: Współczesne możliwości diagnostyki elektroretinograficznej z uwzględnieniem badań własnych. *Klin. oczna* 89: 77-80 (1987). — 8. Palacz O., Penkala K.: System UTAS E-1000 w badaniach elektrofizjologicznych układu wzrokowego. Część II. Oprogramowanie, praktyka kliniczna. *Klin. oczna* 92: 67-68 (1990). — 9. Penkala K., Palacz O.: System UTAS E-1000 w badaniach elektrofizjologicznych układu wzrokowego. Część I. Charakterystyka systemu, możliwości, rozwiązania sprzętowe. *Klin. oczna* 92: 64-66 (1990). — 10. Porciatti V., Falsini B., Brunori S., Colotto A., Moretti G.: Pattern electroretinogram as a function of spacial frequency in ocular hypertension and early glaucoma. *Doc. Ophthalmol.* 65: 349-355 (1987). — 11. Quigley H. A., Miller N. R., George T.: Clinical evaluation of nerve fiber layer atrophy as an indicator of glaucomatous optic nerve damage. *AMA Arch. Ophthalmol.* 98: 1564-1573 (1980). — 12. Wanger P., Persson H. E.: Pattern-reversal electroretinograms in ocular hypertension. *Doc. Ophthalmol.* 61: 27-31 (1985). — 13. Wanger P., Persson H. E.: Pattern reversal electroretinograms and high-pass resolution perimetry in eyes suspected of early glaucoma. *Ophthalmology* 94: 1098-1103 (1987).

Praca wpłynęła: 30.05.1989 (nr 5557).

ELEKTRORETINOGRRAFIA (ERG) jest jedną z dokładniejszych i obiektywnych metod badania czynności układu wzrokowego. Szczególnie czułą na wszelkie zmiany funkcji aparatu fotopowego jest fala x ERG. Została ona odkryta w 1942 roku przez Motokawę i Mitę³. Autorzy ci wykonując badania elektroretinograficzne na ludziach stosowali w adaptacji skotopowej (a.s.) bodźce świetlne długofalowe. Otrzymali wówczas charakterystyczne rozdwojenie fali b na fale b₁(x) i b₂(b). W 3 lata później, niezależnie od wyżej wymienionych autorów, Adrian¹ opisał również istnienie fali x i jako pierwszy podał hipotezę zakładającą, że pochodzi ona z czopków czerwonych. Zostało to potwierdzone przez Armingtona², który badając pacjentów z protanopią nie stwierdził fali x, zaś Auerbach⁴ w adaptacji fotopowej u osób zdrowych zarejestrował znaczny wzrost załamka b₁. W później przeprowadzonych obserwacjach klinicznych wykorzystano wartość diagnostyczną fali x w dystrofiach plamkowych, zaburzeniach poczucia barw takich jak: achromatopsja, monochromatopsja, protanopia, protanomalia oraz w ocenie czynności siatkówki przed operacją usunięcia zaćmy^{5-7, 9-12}.

W celu otrzymania dalszych informacji o fali x, które mogą być wykorzystane w elektroretinografii klinicznej, wykonano niniejsze badania. Spróbowano odpowiedzieć na pytanie, czy istnieje korelacja między obecnością fali x, a ostrością wzroku i typem zapisu ERG.

MATERIAŁ I METODYKA

Przebadano 133 osoby (213 oczu) w wieku 6 do 80 lat (średnio 37) ze zwyrodnieniami plamek żółtych typu dziecięcego, młodzieńczego, przedstarczego i starczego. Nie można wykluczyć również zmian degeneracyjnych pozapalnych. U wszystkich pacjentów wykonano rutynowe badania okulistyczne (ostrość wzroku do dali, ocena przedniego odcinka i dna oka, pole widzenia na barwę białą) oraz badanie elektroretinograficzne. Zapisy ERG rejestrowano elektroencefalografem 8-kanalowym produkcji polskiej typu AM-1 w warunkach adaptacji mezopowej (a.m.) i skotopowej. Stosowano pojedyncze błyski białe o mocy 0,6 J w a.m. oraz 0,2 J w a.s. W celu uzyskania typowego rozdwojenia fali b używano w a.s. bodźców świetlnych czerwonych (690 nm) o mocy

Tabela I

Ostrość wzroku		Zdrowi	1,0	0,9-0,8	0,7-0,6	0,5-0,4	0,3-0,2	0,1-3/50	2/50-r.r.	
Rozdwojenie fali b	+	n %	31 96,9	72 88,9	25 92,6	21 80,8	35 85,4	18 62,1	18 78,3	9 52,9
	-	n %	1 3,1	9 11,1	2 7,4	5 19,2	6 14,6	11 37,9	5 21,7	8 47,1

JANINA KOPACZYK
i MAJA MOKRZANOWSKA-GALICKA

Zachowanie się fali x ERG u pacjentów ze zwyrodnieniem plamki

BEHAVIOUR OF THE ERG X-WAVE IN THE PATIENTS WITH MACULA DEGENERATION

A group of 133 persons (213 eyes) aged 6 to 80 years (mean 37 years) with macula degeneration were analysed. Basic ophthalmological examination and electroretinography were performed. The absent of the x-wave ERG is usually, but not always, connected with worse function of the macula. Pathological ERG and the absent of the x-wave ERG at the same time, suggest unsuccessful prognosis of the disease.

HASEŁA: elektroretinografia, zwyrodnienie plamki

KEY WORDS: electroretinography, degeneration of the macula

0,9 J. Szczegółową metodykę badań elektroretinograficznych podano w poprzednich pracach^{3, 10}. Dane opracowano statystycznie testem Chi², przyjmując poziom istotności p<0,05.

WYNIKI

W tab. I zestawiono ostrość wzroku pacjentów ze zwyrodnieniami plamek żółtych z rozdwojeniem fali b ERG. W nawiasach podano odsetki częstości występowania fali x. Stwierdzono mniejszą częstotliwość występowania fali b₁ u pacjentów z gorszą funkcją oka. Szczególnie wyraźną korelację uzyskano u chorych z ostrością wzroku 0,3-0,2 (p<0,01) i 2/50-r.r. (p<0,001). Zaobserwowano również rzadsze występowanie rozdwojenia fali b (tab. II) u pacjentów z patologicznym (podnormalnym) elektroretinogramem (p<0,001).

Oryginalne zapisy ERG przedstawiono na ryc. 1.

Tabela II

ERG		Normalny	Podnormalny	
Rozdwojenie fali b	+	n %	131 86,7	37 59,7
	-	n %	20 13,3	25 40,3

Z II Kliniki Okulistycznej AM w Szczecinie, kierownik: prof. dr med. Olgierd Palacz

Reprint requests to: Dr Janina Kopaczyk, ul. Robotnicza 3 A m. 35; 75-343 Koszalin, Poland