

(76)

# Zastosowanie perymetrii zdwojonej częstotliwości w diagnostyce jaskry

## Application of frequency doubling technology perimetry in the diagnosis of glaucoma

Piotr Kawa, Justyna Jurkowska, Tomasz Żarnowski, Zbigniew Zagórski

Z I Kliniki Okulistyki Akademii Medycznej w Lublinie  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Zbigniew Zagórski

**Summary:** Purpose: Evaluation of the frequency doubling technology perimetry in the detection of an early glaucomatous field loss.  
Material and methods: Twenty-two patients (40 eyes), who were diagnosed with ocular hypertension were enrolled in the study. The diagnosis was made based on slit lamp examination, 3 measurements of intraocular pressure (IOP) over 21 mmHg. Standard perimetry was performed with Humphrey perimeter and SITA program (30-2 threshold). Then, all patients underwent FDT perimetry with 30-2 threshold program. Patients, who had any changes in FDT visual field had to repeat the test, to confirm the results.  
Results: Out of 40 eyes with the normal white on white perimetry 5 eyes (5 patients) presented defects in FDT perimetry. They had optic disc c/d asymmetry  $> 0,1$  and the nerve fiber layer defects corresponding to the visual field defects in FDT perimetry.  
Conclusion: Frequency Doubling Technology perimetry may be useful as a supplemental method of the visual field evaluation, particularly in patients where standard perimetry does not show any functional damage.

**Słowa kluczowe:** ubytki pola widzenia, jaskra, nerw wzrokowy.  
**Keywords:** visual field defects, glaucoma, optic nerve.

Badanie pola widzenia służy do oceny funkcjonalnego uszkodzenia narządu wzroku. Jest ono pomocne nie tylko do potwierdzenia rozpoznania jaskry i oceny zakresu uszkodzenia nerwu wzrokowego, ale co ważniejsze – do oceny postępu choroby. Przez ostatnie 10 lat stosowano wiele technik badania pola widzenia u chorych z jaskrą.

Perymetria z zastosowaniem techniki zdwojonej częstotliwości – FDT (Frequency Doubling Technology) jest jedną z nowych metod badania pola widzenia. W czasie badania osoba obserwuje bodziec o wzorze pionowych, białych i czarnych pasków, które wysświetlane są naprzemiennie z częstotliwością 25 Hz, co daje efekt zdwojenia liczby pasków. Liczba rzutowanych bodźców ograniczona jest do 18 w porównaniu z 76 punktami perymetrii standardowej, tzn. wykonywanej z użyciem programu 30-2 Full Threshold Humphrey. Kontrast pomiędzy białymi-czarnymi paskami zmienia się w czasie badania analogicznie do zmiany intensywności bodźca w standardowej perymetrii. Wyniki badania przedstawiane są w formie skali decybelowej oraz skali szarości podobnie jak w standardowej perymetrii automatycznej z zaznaczonymi wskaźnikami odchylenia średniego (MD – mean deviation) oraz standardowego odchylenia od wzorca (PSD – pattern standard deviation) (ryc. 1).

Sugeruje się, że w perymetrii FDT badany jest mechanizm odpowiedzi olbrzymiokomórkowych komórek zwojowych siatkówki (13). Przesyłają one bodźce związane z ruchem drogą włókien o większym przekroju w obrębie nerwu wzrokowego. Badania histopatologiczne nerwu wzrokowego wykazały, że włókna te są bardziej

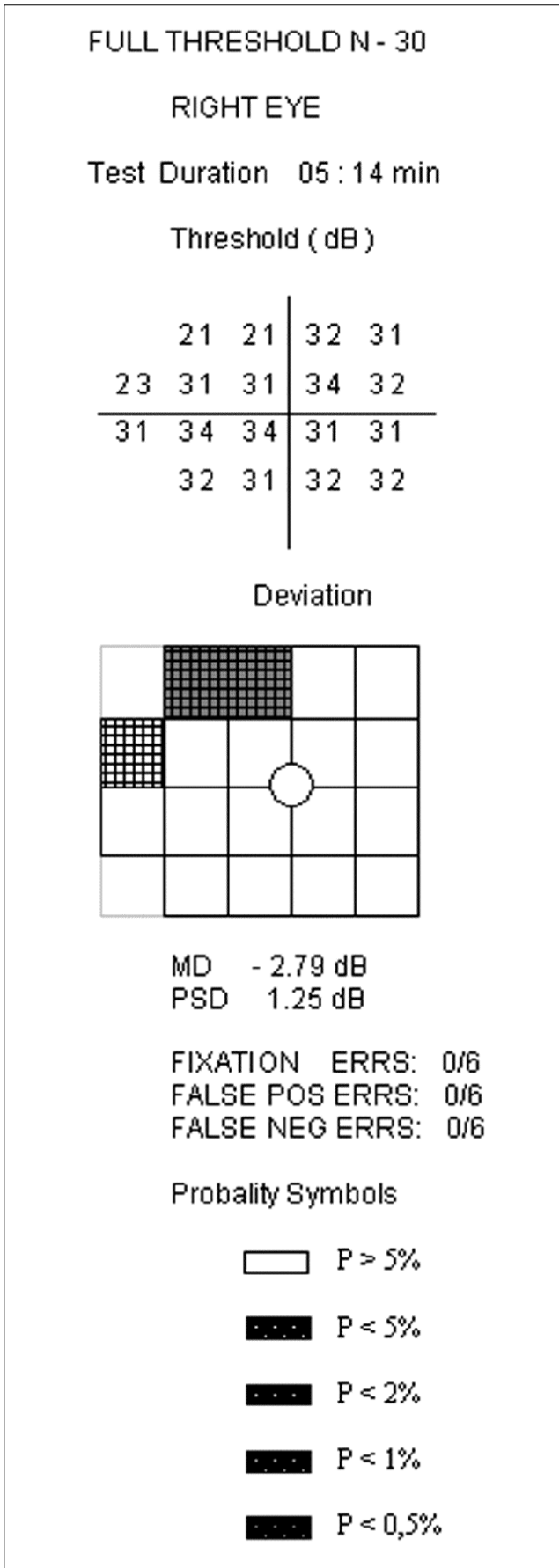
podatne na uszkodzenia i wcześniej im ulegają u chorych z jaskrą (12).

**Celem** więc naszych badań jest ocena wyników badania pola widzenia z użyciem techniki FDT u chorych z nadciśnieniem ocznym i wczesną jaskrą.

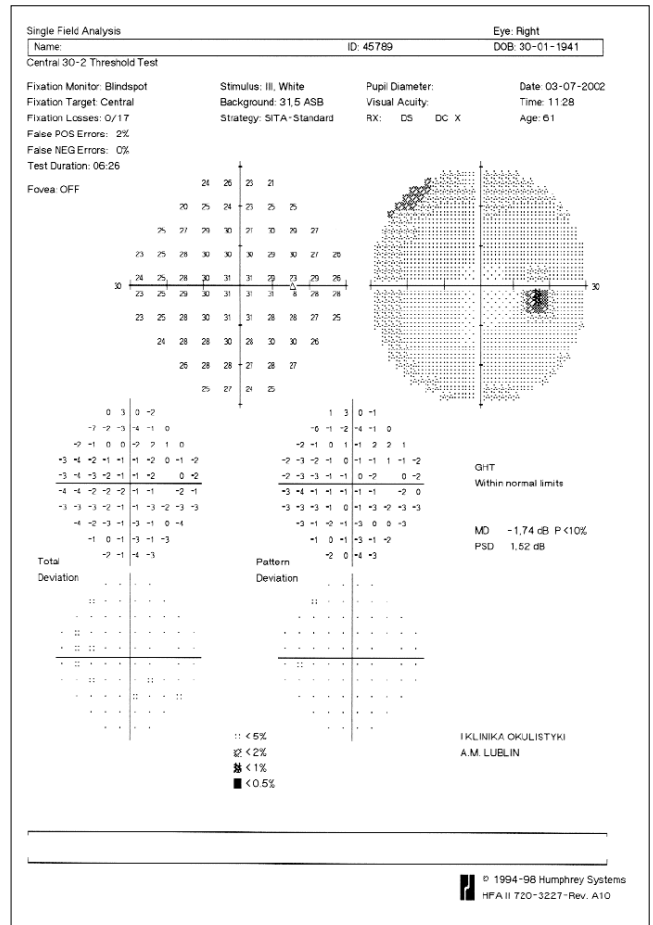
### Materiał i metody

Do badań włączono 22 osoby (12 kobiet i 10 mężczyzn) – 40 oczu z nadciśnieniem ocznym i wczesną jaskrą. Charakterystykę grupy przedstawiono w tab. I. Średnia wieku wynosiła  $50,4 \pm 13,6$  lat (od 25 do 74 lat). Średnie ciśnienie wewnątrzgałkowe u badanych osób wynosiło  $23,8 \pm 4,5$  mmHg. Rozpoznanie kliniczne postawiono na podstawie badania w lampie szczelinowej, przynajmniej 3 pomiarów ciśnienia wewnątrzgałkowego (cw) powyżej 21 mmHg oraz prawidłowego wyniku badania pola widzenia z użyciem programu 30-2 Threshold SITA Standard perymetru Humphrey. U wszystkich osób przeprowadzono podstawowe badanie okulistyczne. Pomiary cw wykonywano, stosując tonometr aplacyjny typu Goldmann. Badanie pola widzenia z zastosowaniem techniki zdwojonej częstotliwości (FDT) przeprowadzono, wykorzystując program typu 30-2 Threshold perymetru Welch Allyn-Humphrey Instruments. Wygląd tarczy n. wzrokowego i warstwę włókien nerwowych oceniano w badaniu w lampie szczelinowej w świetle bezczerwieniowym z zastosowaniem soczewki Volk 78 D.

U chorych, u których obserwowano mroczki w perymetrii FDT, badanie powtórzono w celu potwierdzenia wyników. Za odchylenie



Ryc. 1. Wydruk badania pola widzenia FDT.  
Fig. 1. FDT visual field print out.



Ryc. 2. Wydruk standardowego badania pola widzenia „białe na białym”.  
Fig. 2. Standard „white on white” visual field print out.

od normy w badaniu FDT przyjęto 2 sąsiadujące ze sobą miejsca o obniżonym progu czułości siatkówki przy poziomie prawdopodobieństwa  $p < 1\%$  (ryc. 1).

### Wyniki

W 5 oczach z 40 (5 osób), w przypadku których wyniki badania pola widzenia techniką standardową były prawidłowe (ryc. 2), obserwowano ubytki w badaniu pola widzenia FDT.

W 2 oczach spośród nich występował zespół pseudoeksfoliacji i w 1 oku zespół płaskiej tęczówki. W oczach tych obserwowano asymetrię wyglądu tarczy wzrokowej: stosunek  $c/d > 0,1$ , a w 4 oczach – ubytki w warstwie włókien nerwowych. Ubytki te odpowiadały mroczkom w badaniu pola widzenia FDT. Średni czas badania pola widzenia wynosił 8 min 14 sek. z użyciem standardowej perymetrii oraz 5 min 16 sek. w badaniu FDT. Wskaźniki wiarygodności obu testów były wysokie, tzn. do 5% fałszywie negatywnych i pozytywnych odpowiedzi, utraty fiksacji nie przekraczały 2%.

### Omówienie

Od ponad 20 lat obserwuje się dynamiczny rozwój automatycznej perymetrii statycznej na świecie. Dzięki pracom Heijl'a, Flammera, Fankhausera i innych stała się ona standardową metodą oceny funkcjonalnego uszkodzenia nerwu wzrokowego u chorych z jaskrą (3, 4, 5).

W krajach zachodnich techniką najczęściej stosowaną w praktyce klinicznej i badaniach naukowych jest „białe na białym” z zastosowaniem perymetrów Humphrey i Octopus (6, 7, 9, 15, 16).

Nowe metody badania pola widzenia wykorzystujące inne techniki są obecnie intensywnie badane w próbach klinicznych. Wysoka czułość i specyficzność, krótszy czas badania oraz dobra powtarzalność wyników – to cechy poszukiwane w każdej nowej metodzie.

SWAP (short-wavelength automated perimetry) – tzw. perymetria niebieskie na żółtym – oraz perymetria FDT to obecnie najczęściej stosowane nowe techniki w badaniach klinicznych. Metody te służą do badania odrębnych części układu przesyłającego bodźce wzrokowe do kory wzrokowej. Sugeruje się, że fotoreceptory odbierające światło niebieskie są bardziej wrażliwe na uszkodzenie w jaskrze niż czopki odbierające światło o innej długości fali.

Ostatnie badania sugerują, że SWAP jest metodą bardziej czułą niż standardowe badanie perymetrii – białe na białym – w wykrywaniu wczesnych ubytków w polu widzenia (8, 13, 14). Johnson i współpracownicy wykazali, że mroczki występujące w perymetrii SWAP poprzedzają o blisko 5 lat mroczki w standardowej technice „białe na białym” u tych samych chorych z jaskrą (8).

Dotychczasowe wyniki badań wykorzystujące technikę FDT wykazują bardzo wysoką czułość i specyficzność (93-100%) tej metody badania pola widzenia w porównaniu ze standardową techniką zastosowaną u chorych z jaskrą (1, 2, 7, 17). Kitazawa i wsp. obserwowali 90% zgodność wyników (potwierdzających obecność mroczków) perymetrii FDT i standardowej perymetrii u chorych z jaskrą z prawidłowym ciśnieniem, natomiast u około 38% chorych występowały dodatkowe ubytki w polu widzenia FDT, które nie były obecne w standardowej perymetrii (10). W innych badaniach porównywali oni te dwie metody badania pola widzenia u osób podejrzanych o jaskrę oraz szukali korelacji grubości warstwy włókien nerwowych z wynikami badań pola widzenia. U osób z prawidłowym wynikiem standardowej perymetrii oraz z nieprawidłowym wynikiem FDT obserwowali mniejszą grubość warstwy włókien nerwowych w porównaniu z osobami, u których oba testy pola widzenia były prawidłowe (18).

W naszych badaniach w 5 oczach (12,5%) wystąpiły zmiany w polu widzenia FDT przy prawidłowych wynikach w standardowej perymetrii. W większości były to osoby z dodatkowymi czynnikami ryzyka: zespołem pseudoeksfoliacji oraz zespołem płaskiej tęczówki.

Sugeruje się, że w badaniu FDT oceniany jest układ komórek zwojowych olbrzymiokomórkowych, przesyłających bodźce wzrokowe drogą włókien nerwowych o dużym przekroju (13). Włókna te przewodzą bodźce wzrokowe związane z ruchem i uważa się, że ulegają one wcześniejszemu uszkodzeniu w neuropatii jaskrowej. Wyniki powyższych badań mogą potwierdzać tę hipotezę. Należy jednak wziąć pod uwagę, że zastosowane w tych badaniach algorytmy i kryteria ubytków jaskrowych różnią się w porównaniu ze standardową perymetrią.

Istotne jest znaczne skrócenie czasu badania (o 43%) w perymetrii FDT w porównaniu ze standardową techniką.

## Wnioski

Na podstawie wyników naszych badań wydaje się, że perymetria FDT może mieć zastosowanie w diagnozie wczesnych zmian w polu widzenia u chorych na jaskrę. Jest techniką znacznie skracającą czas oraz zwiększającą komfort badania. Wykorzystanie techniki FDT jako uzupełniającej metody badania pola widzenia oprócz

Rozpoznanie kliniczne	Liczba chorych (oczu)
Nadciśnienie oczne (NO)	13 (26 oczu)
Zespół pseudoeksfoliacji (PEX) + NO	3 (6 oczu)
Zespół rozproszonego barwnika (ZRB) + NO	3 (6 oczu)
Zespół płaskiej tęczówki + NO	1 (2 oczu)

Tab. I. Charakterystyka badanej grupy.

Tab. I. Clinical evaluation of the examined patients.

standardowej techniki białe na białym wydaje się mieć szczególne uzasadnienie u osób, u których standardowa perymetria nie wykazuje funkcjonalnego uszkodzenia nerwu wzrokowego. Niezbędna jednak jest długoletnia obserwacja zmian w polu widzenia z wykorzystaniem techniki podwójnej częstotliwości FDT.

**PIŚMIENICTWO:** 1. Alward W. L. M.: *Frequency doubling technology perimetry for the detection of glaucomatous visual field loss*. Am. J. Ophthalmol., 2000, 129, 376-378. 2. Cello K. E., Nelson-Quigg J. M., Johnson C. A.: *Frequency doubling technology perimetry for detection of glaucomatous visual field loss*. Am. J. Ophthalmol., 2000, 129, 314-322. 3. Fankhauser F., Spahr J., Bebie H.: *Some aspects of the automation of perimetry*. Surv. Ophthalmol., 1997, 22, 131-141. 4. Heijl A., Krakau C. A.: *An automated static perimeter: design and pilot study*. Acta Ophthalmol., 1975, 53, 293-310. 5. Flammer J., Drance S. M., Augustiny L., Funkhouser A.: *Quantification of glaucomatous visual field defects with automated perimetry*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 1985, 26, 176-181. 6. Glaucoma Laser Trial Research Group. *The Glaucoma Laser Trial (GLT) and Glaucoma Laser Trial Follow-up Study. Results*. Am. J. Ophthalmol., 1995, 120: 718-731. 7. Iester M., Mermoud A., Schnyder C.: *Frequency doubling technique in patients with ocular hypertension and glaucoma: correlation with octopus perimeter indices*. Ophthalmology, 2000, 107, 288-294. 8. Johnson C. A., Adams A. J., Casson E. J., Brandt J. D.: *Progression of early glaucomatous visual field loss as detected by blue-on-yellow and standard white-on-white automated perimetry*. Arch. Ophthalmol., 1993, 111: 651-656. 9. Kass M. A.: *The ocular hypertension treatment study*. J. Glaucoma, 1994, 3: 97-100. 10. Kondo Y., Kono Y., Yamamoto T., Kitazawa Y.: *Frequency doubling perimetric study of normal-tension hemifield defects*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 1997, 38 (4), S566. 11. Patel S. C., Friedman D. S., Varadkar P., Robin A. L.: *Algorithm for interpreting the results of frequency doubling perimetry*. Am. J. Of Ophthalmol., 2000, 129, 323-327. 12. Quigley H. A., Dunkelberger G. R., Green W. R.: *Chronic human glaucoma causing selectively greater loss of larger optic nerve fibers*. Ophthalmology, 1988, 95, 357-363. 13. Sample P. A., Bosworth C. F., Blumenthal E. Z., Girkin C., Weinreb R. N.: *Visual function-specific perimetry for indirect comparison of different ganglion cell populations in glaucoma*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 2000, 41, 1783-1790. 14. Sample P. A., Taylor J. D., Martinez G. A., et al: *Short-wavelength color visual field in glaucoma suspects at risk*. Am. J. Ophthalmol., 1993, 115: 225-233. 15. Schulzer M.: *The Normal Tension Glaucoma Study Group. Errors in diagnosis of visu-*

*al field progression in normal-tension glaucoma.* Ophthalmology, 1994, 101, 1589-1595. **16.** The Fluorouracil Filtering Surgery Study Group. *Five-year follow-up of the Fluorouracil Filtering Surgery Study.* Am. J. Ophthalmol., 1996, 121, 349-366, **17.** Tribble J. R., Schultz R. O., Robinson J. C., Rothe T. L.: *Accuracy of glaucoma detection with frequency-doubling perimetry.* Am. J. Of Ophthal-

mol., 2000, 129, 740-45. **18.** Yamada N., Yamamoto T., Kitazawa Y.: *Evaluation of predictive power of frequency doubling technology in glaucoma suspects using scanning laser polarimetry.* Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 2001, 42 (4), 719-B32.

Praca wpłynęła do Redakcji 6.08.2001 r. (28).

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

dr n. med. Piotr Kawa  
ul. Dziewanny 12/7  
20-539 Lublin

**Klinika Okulistyki Instytutu Centrum  
Zdrowia Matki Polki i II Klinika  
Okulistyki AM w Lublinie  
organizują w Lublinie w dniach  
10-11 października 2003 roku  
I Sympozjum Alergologii  
Okulistycznej**

**Komitet organizacyjny  
II Klinika Okulistyki AM w Lublinie  
ul. Chmielna 1, 20-074 Lublin**

**Termin nadsyłania prac i uiszczenia opłaty  
zjazdowej upływa 31.05.2003 r.**

**Koszt uczestnictwa: 200 PLN  
Kontakt telefoniczny: (0-81) 53-26-149  
Dalsze informacje będą sukcesywnie wysyłane  
do zainteresowanych.**

**Numer konta:  
Fundacja Popierania Rozwoju Okulistyki  
PKO BP S. A. II O/Lublin  
Nr 10203150-194901-270-1**

**Klinika Okulistyki Instytutu Centrum  
Zdrowia Matki Polki i II Klinika  
Okulistyki AM w Lublinie  
organizują w Lublinie w dniach  
10-11 października 2003 roku  
I Sympozjum Alergologii  
Okulistycznej**

**Komitet organizacyjny  
II Klinika Okulistyki AM w Lublinie  
ul. Chmielna 1, 20-074 Lublin**

**Termin nadsyłania prac i uiszczenia opłaty  
zjazdowej upływa 31.05.2003 r.**

**Koszt uczestnictwa: 200 PLN  
Kontakt telefoniczny: (0-81) 53-26-149  
Dalsze informacje będą sukcesywnie wysyłane  
do zainteresowanych.**

**Numer konta:  
Fundacja Popierania Rozwoju Okulistyki  
PKO BP S. A. II O/Lublin  
Nr 10203150-194901-270-1**