

Na zakończenie wspomnę o największym wyzwaniu neurookulistyki — wyzwaniu XXI w. — możliwości regeneracji (odrostania) włókien nerwu wzrokowego. W ciszy pracowni neuropatologicznych, biochemicznych, neurofarmakologicznych trwa zapoczątkowany w latach 80-tych wyścig — kto pierwszy zmusi komórkę zwojową siatkówki człowieka do ponownego odtworzenia zniszczonego aksonu. Na wyniki tych badań, które nie wątpię, że przyniosą zespołowi badaczy Nagrodę Nobla czekają miliony chorych, którzy nieodwracalnie utracili wzrok w wyniku przerwania ciągłości nerwu wzrokowego. Po początkowym entuzjazmie połowy lat 80-tych, o czym już pisałem<sup>21,22</sup>, kiedy to niektóre laboratoria podawały ponowny odrost przeciętego aksonu komórki zwojowej siatkówki u ryb, następne dziesięciolecie nie wniosło tak rewelacyjnych doniesień. Trwa żmudna weryfikacja wielu obiecujących substancji, które co prawda działają na wyizolowaną komórkę zwojową, nie działają jednak w warunkach żywej siatkówki. Bariery immunologiczne, biochemiczne, neurohormonalne siatkówki są silne i trwałe i dotąd niepokonane. Pokonanie ich to przywrócenie widzenia wielu niewidomym i pierwszy krok umożliwiający przeszczepę siatkówki.

#### Piśmiennictwo

1. Barret D., Glaser J., Schatz N., Winterkorn J.: Spontaneous recovery of vision in progressive anterior ischemic optic neuropathy. *J. Clin. Neuroophthalmol.* 12: 219-225 (1992). — 2. Beck, R. et al.: Optic Neuritis study group. A randomized, controlled trial of corticosteroids in the treatment of acute optic neuritis. The optic neuritis study group. *N. Engl. J. Med.* 326: 581-588 (1992). — 3. Bialasiewicz A., Huk W., Druschky F., Naumann G.: Borelia burgdorferi — Infektion mit beidseitiger. Neuritis nervi optici und intrazerebralen Demyelinisierungsherden. *Klin. Mbl. Augenhk.* 195: 91-94 (1989). — 4. Farris B., Pickard D.: Bilateral postinfectious optic neuritis and interavenous steroid therapy in children. *Ophthalmology* 97: 339-345 (1990). — 5. Flaherty P., Sergott R., Lieb W., Bosley T., Savino P.: Optic nerve sheath decompression may improve blood flow in anterior ischemic optic neuropathy. *Ophthalmology* 100: 297-302 (1993). — 6. Frederiksen J., Larsson H., Henriksen O., Olesen J.: Magnetic resonance imaging of the

brain in patients with acute nonsymptomatic optic neuritis. *Acta Neurol. Scand.* 80: 512-517 (1989). 7 — Glaser J., Teimary M., Schatz N. J.: Optic nerve sheath fenestration for progressive ischemic optic neuropathy. *Arch. Ophthalmol.* 112: 1047-1050 (1994). — 8. Kelman S.: The ischemic optic neuropathy decompression trial. *Arch. Ophthalmol.* 11: 1616-1618 (1993). — 9. Leys M., Candace C., De Rouck A., Odum J.: Deletion of hidden visual loss in multiple sclerosis: a comparison of pattern reversal visual evoked potentials and contrast sensitivity. *Doc. Ophthalmol.* 77: 255-264 (1991). 10. Liu G., Glaser J., Schatz N.: High dose methylprednisolone and acetazolamide for visual loss in pseudotumor cerebri. *Amer. J. Ophthalmol.* 118: 88-96 (1994).

11. Mehdorn E.: Was gibt es Neues in der Neuroophthalmologie. *Klin. Mbl. Augenhk.* 203: 159-166 (1993). — 12. Movsas T., Kelman S., Elman L., Dickerson K., Min Y-I.: The natural course of non-arteritic ischemic optic neuropathy. *Invest Ophthalmol.* 42: 951 (1991). — 13. Optic neuritis study group. The clinical profile of neuritis. Experience of optic neuritis treatment trial. *Arch. Ophthalmol.* 109: 1673-1678 (1991). — 14. Plotnik J., Kosmorsky G.: Operative complications of optic nerve sheath decompression. *Ophthalmology* 100: 683-690 (1993). — 15. Rizzo J., Lessell S.: Disk of developing multiple sclerosis after uncomplicated optic neuritis: a long term prospective study. *Neurology* 38: 185-190 (1988). — 16. Selmaj K., Brosnau C., Raine C.: Colocalization of lymphocytes bearing gamma delta T-cell receptor and heat shock hsp65 + oligodendrocytes in multiple sclerosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88: 6452-6456 (1991). — 17. Sergott R., Cohen M., Bosley T., Savino P.: Optic nerve sheath decompression may improve the progressive form of ischemic optic neuropathy. *Arch. Ophthalmol.* 107: 1743-1754 (1989). — 18. Slamonis Th., Macklin R., Frenkel M., Lim J., Hillman D.: What to tell the patients with optic neuritis about multiple sclerosis. *Surv. Ophthalmol.* 35: 47-50 (1991). — 19. Spoor T., McHenry M., Lau-Sickon L.: Progressive and static ischemic optic neuropathy treated by optic nerve sheath decompression. *Ophthalmology* 100: 306-311 (1993). — 20. Spoor T., Rockwell D.: Treatment of optic neuritis with intravenous megadose corticosteroids — a consecutive series ophthalmology. 95: 131-134 (1988).

21. Stankiewicz A.: Wybrane aspekty neurotransmisji w siatkówce. *Klin. Oczna* 86: 275-278 (1984). — 22. Stankiewicz A., Rudobielska I.: Zastosowanie tauryny w zaniku nerwu wzrokowego. *Klin. Oczna* 87: 245-246 (1985). — 23. Stendhal-Brodin L., Link H.: Optic neuritis: oligoclonal bands increase the risk of multiple sclerosis. *Acta Neurol. Scand.* 67: 301-304 (1983). — 24. Wall M.: Idiopathic intracranial hypertension. *Neurol. Clin.* 9: 73-77 (1991). — 25. Wall M., George D.: Idiopathic intracranial hypertension. A prospective study of 50 patients. *Brain* 114: 155-163 (1991).

Praca wpłynęła: 14.04.1995 (273)

Ariadna Gierek-Lapińska, Andrzej Szymański, Stanisława Gierek-Kalicka,  
Marek Rzendkowski i Sławomir Janiec

## Trójwymiarowa analiza tarczy nerwu wzrokowego za pomocą skaningowej tomografii laserowej

### Three dimensional analysis of the optic disc with scanning laser tomography

**Summary.** The aim of the study was to evaluate the optic disc's topography, to compare it with conventional photographs and with defect of the visual field in glaucomatous patients. We performed our study in 18 glaucomatous and 19 healthy control subjects with laser tomographic scanning ophthalmoscope (TopSS™, Laser Diagnostic Technologies Inc.) and compared the results with those in the photographic method. Defect of the visual field was assessed with „Octopus 1-2-3” using the GL programme GL. A topographic image of the cup area in control subjects and the neuroretinal rim area in glaucomatous subjects obtained with TopSS was smaller than in the photographic method ( $p < 0.05$  and  $p < 0.01$  respectively). Mean values of cup volume in control and glaucomatous subjects were  $0.222 \text{ mm}^3$  ( $SD = 0.011$ ) and  $0.619 \text{ mm}^3$  ( $SD = 0.021$ ) respectively. A correlation between the optic disc parameters obtained in TopSS examinations and the mean defect of the visual field was statistically significant in glaucomatous patients. Topographic results of optic disc obtained by TopSS allow for an accurate assessment of optic nerve damage.

Hasła: skaningowa tomografia laserowa tarczy nerwu wzrokowego  
Key words: optic nerve head analyzer

Idee biomorfometrycznej, komputerowej analizy tarczy nerwu wzrokowego, szczególnie w przypadku jaskry, zaczęto realizować około 1987 roku wykorzystując technikę laserową<sup>7</sup>. Pierwsze badania topometryczne tarczy wykonywano instrumentami: Optic Nerve Head Analyzer — Rodenstock, Imagent Topcon — Topcon, Laser Tomographic Scanner — Heidelberg, Humphery Fundus Analyzer, Laser Scan Ophthalmoscope — Zeiss<sup>4</sup>. Przegląd tych instrumentów świadczy o atrakcyjności celu jakim jest ustalenie parametrów morfometrycznych tarczy zdrowego oka oraz powtarzalności pomiarów morfometrycznych tarczy zarówno w przypadku tarczy oka zdrowego jak i oka z różnymi schorzeniami<sup>3,4,6,7,8</sup>. W obecnym czasie znaczny postęp w dziedzinie badań biomorfometrycznych tarczy (in vivo) prezentuje laserowa technika topometryczna<sup>2</sup>, w której badania przeprowadzane są za pomocą laserowego oftalmoskopu skaningowego systemu TopSS firmy LDT. Warto

zwrócić uwagę na fakt, że technika ta jest ciągle doskonała. Laserowy oftalmoskop skaningowy systemu TopSS firmy LDT może wykonać pomiary i obliczenia szeregu parametrów biomorfometrycznych tarczy nerwu wzrokowego.

Celem pracy było porównanie parametrów tarczy oka zdrowego z podobnymi parametrami oka z rozpoznaną jaskrą, porównanie obrazu tarczy uzyskanego za pomocą fotografii konwencjonalnej z obrazem systemu TopSS, oraz ocena powtarzalności pomiarów topometrycznych przeprowadzonych systemem TopSS.

#### Materiał i metodyka

Laserowy oftalmoskop skaningowy systemu TopSS firmy LDT wykorzystuje światło lasera o długości fali 780 nm do tworzenia obrazów tomograficznych o dużej rozdzielczości, a uzyskane obrazy rejestrowane są techniką cyfrową. System TopSS automatycznie w czasie poniżej 1 sekundy wykonuje 32 zdjęcia warstwowe i od razu dokonuje obliczeń pozwalających na stworzenie przez komputer trójwymiarowego, przestrzennego obrazu tarczy nerwu wzrokowego.

Z I Katedry i Kliniki Okulistyki Śląskiej AM w Katowicach  
Kierownik: prof. dr hab. Ariadna Gierek-Lapińska

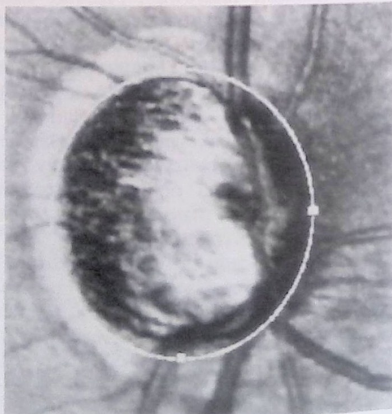
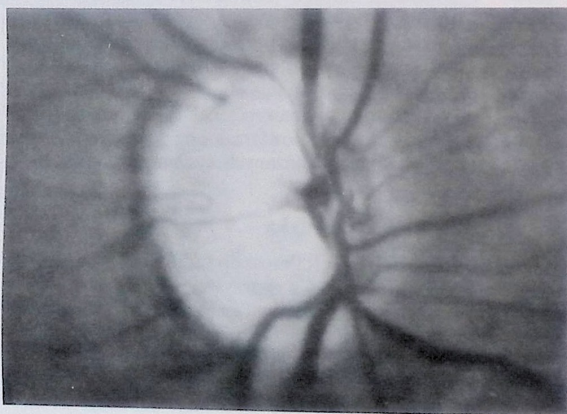
Reprint requests to:  
Prof. dr hab. Ariadna Gierek-Lapińska  
ul. Drozdów 11 D, 40-530 Katowice



Jedno oko 18 chorych z jaskrą prostą i 19 osób zdrowych z grupy kontrolnej zostało poddane podstawowym badaniom okulistycznym w I Klinice Okulistyki Śl. AM w Katowicach. Ostrość wzroku tych osób była co najmniej równa 0,9 lub lepsza. Oczy z zaćmą, krótkowzrocznością degeneracyjną, z pochyleniem tarczy nerwu wzrokowego i innymi zaburzeniami rozwojowymi tarczy wykluczono z badania. Chorzy z rozpoznaną jaskrą wywodzili się z grupy dyspanseryjnej ambulatorium przyklinicznego. Grupę kontrolną utworzyli ochotnicy spośród personelu medycznego; w grupie tej nie rozpoznano zaburzeń rozwojowych, ani rodzinnego wywiadu jaskrowego. U wszystkich osób, zarówno z jaskrą jak i z grupy kontrolnej, wykonano podstawowe badania okulistyczne: ostrości wzroku, pola widzenia przedniego odcinka dna oczu oraz gonioskopię, tonometrię i tonografię. Pole widzenia badano automatycznym perymetrem „Octopus 1-2-3”, stosując program G1 (tab. I). Występowanie zespołu cech klinicznych jak: podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe ( $P > 20$  mmHg), postępujące ubytki w polu widzenia, (uszkodzenie pola widzenia II-V° wg klasyfikacji *Aulhorn*<sup>1</sup>), zagłębienie i postępujący zanik tarczy nerwu wzrokowego, decydowały o rozpoznaniu jaskry prostej. Tarcze z podminowaniem zagłębienia, z szarymi plamkami w jego dnie (odpowiadającymi otworem blaszki sitowej), przesunięciem środkowych naczyń siatkówki ku stronie nosowej, ogniskowy lub roz-

Tabela I  
Porównanie wieku i średniego ubytku pola widzenia pomiędzy grupą kontrolną a pacjentami z jaskrą

	Grupa kontrolna n = 19	Pacjenci z jaskrą n = 18
Wiek [lat]	55.6 ± 18.1	49.8 ± 19.4
Średni ubytek pola widzenia [dB]	0.3 ± 1.8	5.8 ± 5.7



Ryc. 1: a. b. Jaskrowy zanik tarczy nerwu wzrokowego: a) Konwencjonalna fotografia tarczy nerwu wzrokowego na czarno-białym filmie, b) Sumaryczny obraz topograficzny uzyskany w systemie TopSS z nałożoną eliptyczną „linią podstawową” określającą zewnętrzną granicę pola tarczy

siany ubytek w obrębie pierścienia nerwowosiatkowego (n-s) wskazywały na obecność zaniku jaskrowego tarczy nerwu wzrokowego. Pole widzenia było badane trzy lub więcej razy przy zastosowaniu programu G1, po całkowitej korekcji wady refrakcji. Po uprzednim rozszerzeniu źrenicy wykonywano czarno-białe zdjęcia fotograficzne tarczy nerwu wzrokowego i jej okolicy fundus-camera 60U Canon, stosując film Kodak SS oraz zielony filtr (Wrattan 58, Kodak). W tym samym okresie (w ciągu 1 tygodnia) wykonywano analizę tarczy za pomocą laserowego oftalmoskopu skaningowego systemu TopSS firmy LDT (system TopSS), w którym tomograficzne 32 obrazy poszczególnych płaszczyzn ogniskowanych w kierunku przednio-tylnym były rejestrowane techniką cyfrową w pamięci komputera. Badania z użyciem systemu TopSS zostały wykonane w odniesieniu do pola offsetowego, zlokalizowanego w przybliżeniu na poziomie pierścienia twardkowego. Jest to pole położone 100  $\mu$ m poniżej pola odniesienia położonego na poziomie struktur tworzących krawędź zagłębienia; „pole” nie jest płaszczyzną w sensie geometrycznym, ale powierzchnią raczej delikatnie pofalowaną, będącą wynikiem uśredniających kalkulacji komputerowych. Na tomograficznym, sumarycznym obrazie tarczy dostarczonego przez system TopSS, pierścień n-s prezentowany jest w postaci obszaru oznaczonego barwą zieloną. Obszar ten jest definiowany jako część tarczy nerwu wzrokowego, która znajduje się pomiędzy granicą tarczy (określaną przez użytkownika w trakcie analizy uzyskanych obrazów tomograficznych) a polem offsetowym znajdującym się 100  $\mu$ m poniżej poziomu odniesienia — poziomu siatkówki (ryc. 2); w przypadku fotografii konwencjonalnej pierścień n-s był definiowany jako obszar między wewnętrznym brzegiem pierścienia twardkowego a brzegiem otworu zagłębienia. W przypadku techniki fotograficznej powierzchnia tarczy, jej

zagłębienie, powierzchnia pierścienia n-s były mierzone skomputeryzowanym planimetrem (Planix 5000). Wykonywano pomiary długości gałki ocznej i krzywizny rogówki. Dane te służyły do korekcji powiększenia obrazu konwencjonalnej fotografii; do tego celu użyto tabel korekcyjnych firmy Canon, Co. Powiększenie obrazu tarczy dostarczonego przez system TopSS porównywano ze skorygowanym powiększeniem obrazu fotograficznego wg metody *Littmanna*<sup>5</sup>. W badaniu systemem TopSS zwrócono uwagę przede wszystkim na następujące parametry dwuwymiarowe: pole tarczy, pole zagłębienia, pole pierścienia n-s, stosunek pola zagłębienia do pola tarczy oraz parametry trójwymiarowe: objętość zagłębienia poniżej pola offsetowego, maksymalną głębokość zagłębienia i średnią głębokość zagłębienia. Dwuzależna korelacja między średnim ubytkiem pola widzenia a powierzchnią zagłębienia, powierzchnią pierścienia n-s, stosunkiem powierzchni pierścienia n-s do powierzchni tarczy była przeprowadzona z obliczeniem współczynnika korelacyjnego Pearsona ( $r$ ). Różnica między współczynnikami korelacyjnymi ( $r$ ) obu grup była analizowana za pomocą transformacji „z” Fishera. Korelację między średnim ubytkiem pola widzenia a wskaźnikami topograficznymi tarczy nerwu wzrokowego badano za pomocą analizy regresji wielu zmiennych, w której wiek, wada refrakcji i rozmiar tarczy nie wpływały na wynik. Porównanie par danych dotyczących rozmiarów tarczy (wyniki z fotografii konwencjonalnej i systemu TopSS) oceniano za pomocą testu nieparametrycznego Wilcoxon'a. W analizie statystycznej przyjęto poziom znamienności  $P < 0,05$ .

## Wyniki

Nie stwierdzono między grupą chorych z jaskrą a grupą kontrolną znamiennej różnicy w zakresie wieku i wady refrakcji. Obrazy uzyskane w systemie TopSS w porównaniu z obrazami fotograficznymi konwencjonalnymi cechował wysoki kontrast; umożliwiał on łatwiejsze dostrzeżenie zagłębienia, pierścienia n-s (ryc. 2). Wyniki pomiarów: powierzchni pola tarczy, pierścienia n-s, pola zagłębienia, stosunku pierścienia n-s/pole tarczy, objętości zagłębienia, maksymalnej głębokości zagłębienia i średniej głębokości zagłębienia przedstawiono w tabelach II i III.

Tabela II  
Porównanie wyników pomiarów topometrycznych tarczy nerwu wzrokowego uzyskanych metodą fotograficzną i systemem TopSS w grupie kontrolnej

	System TopSS	Metoda fotograficzna	
Powierzchnia tarczy nerwu wzrokowego [mm <sup>2</sup> ]	2.39 ± 0.61	2.65 ± 0.47	$p < 0.01$
Powierzchnia pierścienia n-s [mm <sup>2</sup> ]	1.88 ± 0.34	1.89 ± 0.36	$p > 0.05$
Pow. zagłębienia [mm <sup>2</sup> ]	0.59 ± 0.33	0.77 ± 0.25	$p < 0.05$
Powierzchnia pierścienia n-s/powierz. tarczy [%]	78.7 ± 9.8	71.3 ± 9.1	$p < 0.05$

Tabela III  
Wyniki pomiarów wolumetrycznych tarczy nerwu wzrokowego w grupie kontrolnej i u pacjentów z jaskrą

	Grupa kontrolna		Jaskra	
	Wartość średnia	SD	Wartość średnia	SD
Objętość zagłębienia [mm <sup>3</sup> ]	0.222	0.011	0.619	0.021
Średnia głębokość zagłębienia [mm]	0.215	0.010	0.286	0.010
Maksymalna głębokość zagłębienia [mm]	0.539	0.029	0.706	0.032

W grupie kontrolnej powierzchnie pola tarczy i pola zagłębienia mierzone za pomocą systemu TopSS były mniejsze niż uzyskane za pomocą metody fotograficznej; różnice te były statystycznie znamienne (tab. II). Jakkolwiek powierzchnia pierścienia n-s nie była znamiennej mniejsza, to stosunek pola zagłębienia/pole tarczy był większy w badaniu za pomocą systemu TopSS ( $P < 0,05$ ; tab. II). W grupie chorych z jaskrą w 15 z 18 oczu powierzchnie pola tarczy i pierścienia n-s na obrazie systemu TopSS były mniejsze niż na obrazie konwencjonalnej fotografii; różnica ta była statystycznie znamienna ( $P < 0,01$ ; tab. IV). Zmniejszenie powierzchni pierścienia n-s na obrazie systemu TopSS było bardziej znamienne niż zmniejszenie powierzchni pola tarczy, w związku z tym stosunek pierścienia n-s/pole tarczy był znamiennej zmniejszony ( $P < 0,01$ ; tab. IV). Zestawienie porównawcze danych uzyskanych w systemie TopSS i metodzie fotograficznej prezentuje tabela IV.

Tabela IV  
Porównanie wyników pomiarów topometrycznych tarczy nerwu wzrokowego uzyskanych metodą fotograficzną i systemem TopSS w grupie pacjentów z jaskrą

	System TopSS	Metoda fotograficzna	
Powierzchnia tarczy nerwu wzrokowego [mm <sup>2</sup> ]	2.76 ± 0.89	2.91 ± 0.84	$p < 0.01$
Powierzchnia pierścienia n-s [mm <sup>2</sup> ]	1.43 ± 0.61	1.57 ± 0.59	$p < 0.01$
Pow. zagłębienia [mm <sup>2</sup> ]	1.31 ± 0.67	1.29 ± 0.62	$p > 0.05$
Powierzchnia pierścienia n-s/powierz. tarczy [%]	51.8 ± 14.1	54.1 ± 12.8	$p < 0.01$

Współczynnik wariancji pomiarów pola tarczy, pola zagłębienia, pola pierścienia n-s, na obrazach systemu TopSS w grupie kontrolnej miał zakres od 5,2% do 8,5%; w grupie z jaskrą od 4,2% do 9,1%; natomiast na obrazach fotograficznych odpowiednio od 3,3% do 8,4% i od 2,9% do 7,4% (tab. V).

Korelacja między średnim ubytkiem pola widzenia a polem pierścienia n-s mierzonym z użyciem systemu TopSS nie była znamienna (współczynnik korelacyjny Pearsona  $r = 0,422$ ). Natomiast korelacja między średnim ubytkiem pola widzenia a stosun-



kiem pierścieni n-s/pole tarczy oraz objętością zagłębienia u chorych z jaskrą była znamienna (współczynniki korelacyjne Pearsona  $r = 0,840$  oraz  $0,790$ ;  $P < 0,01$ ). Różnica między tymi dwoma współczynnikami korelacyjnymi w oparciu o „z” transformację Fishera była statystycznie znamienna ( $U_o = 2,145$ ;  $P < 0,05$ ; tab. VI). W technice fotografii konwen-

Tabela V  
Porównanie danych uzyskanych w systemie TopSS i w metodzie fotograficznej

	Średnia pow. tarczy nerwu [mm <sup>2</sup> ]	Średnia pow. pierścienia n-s [mm <sup>2</sup> ]	Pow. zagłębienia [mm <sup>2</sup> ]	Pow. pierścienia n-s/pow. tarczy [%]
<b>Grupa kontrolna System TopSS</b>				
Średnia [mm <sup>2</sup> ]	2.39	1.88	0.59	78.7
SD [mm <sup>2</sup> ]	0.13	0.13	0.10	5.0
Współczynnik wariancji [%]	5.2*	7.0	8.5	7.6*
<b>Grupa kontrolna Metoda fotograficzna</b>				
Średnia [mm <sup>2</sup> ]	2.65	1.89	0.77	71.3
SD [mm <sup>2</sup> ]	0.09	0.09	0.05	2.3
Współczynnik wariancji [%]	3.3	4.7	8.4	3.4
<b>Pacjenci z jaskrą System TopSS</b>				
Średnia [mm <sup>2</sup> ]	2.76	1.43	1.31	51.8
SD [mm <sup>2</sup> ]	0.09	0.10	0.06	3.5
Współczynnik wariancji [%]	4.2	9.1	7.1*	6.3
<b>Pacjenci z jaskrą Metoda fotograficzna</b>				
Średnia [mm <sup>2</sup> ]	2.91	1.57	1.29	54.1
SD [mm <sup>2</sup> ]	0.08	0.04	0.08	2.1
Współczynnik wariancji [%]	3.5	7.4	2.9	4.5

\*  $p < 0.01$

Tabela VI  
Porównanie współczynników korelacji (r) pomiędzy średnim ubytkiem pola widzenia a wymiarami tarczy nerwu wzrokowego u pacjentów z jaskrą uzyskanych w systemie TopSS i w metodzie fotograficznej

	System TopSS	Metoda fotograficzna	$U_o^*$
korelacja pomiędzy ubytkiem pola a pierścieniem n-s	$r = 0.422$ $z = 0.451$	$r = 0.404$ $z = 0.428$	0.061
korelacja pomiędzy ubytkiem pola a stosunkiem pierścieni n-s do pola tarczy	$r = 0.840$ $z = 1.225$	$r = 0.823$ $z = 1.171$	0.045
$U_o$	2.145	2.058	
	$p < 0.05$	$p < 0.05$	

Analiza poprzez z-transformację r

\*  $U_o > 1.96$  odpowiada  $p < 0.05$

jonalnej współczynniki korelacyjne między średnim ubytkiem pola widzenia a pierścieniem n-s ( $r = 0,404$ ; brak znamienności) lub stosunkiem pierścieni

n-s/pole tarczy ( $r = 0,823$ ;  $P < 0,01$ ) były mniejsze niż w technice systemu TopSS. Korelacja między średnim ubytkiem pola widzenia a topograficznymi parametrami tarczy, analizowana metodą regresji wielu zmiennych (bez wpływu wieku, wady refrakcji i wielkości tarczy na ostateczny wynik), wykazała znamienność statystyczną, zarówno w przypadku techniki systemu TopSS jak i techniki fotograficznej. W analizie tej „częściowy korelacyjny współczynnik” był korzystniejszy w przypadku systemu TopSS (tab. VII).

Tabela VII  
Korelacja pomiędzy ubytkiem pola widzenia (Octopus 1-2-3 program G1) a wymiarami tarczy nerwu wzrokowego uzyskanymi w badaniu z wykorzystaniem systemu TopSS

	Współczynnik częściowej korelacji	F	p
<b>System TopSS</b>			
Pole zagłębienia	0.679	10.25	$p < 0.01$
Pole pierścienia n-s	0.684	10.53	$p < 0.01$
Pole pierścienia n-s/pole tarczy	0.745	15.0	$p < 0.01$
<b>Metoda fotograficzna</b>			
Pole zagłębienia	0.673	9.93	$p < 0.01$
Pole pierścienia n-s	0.686	10.65	$p < 0.01$
Pole pierścienia n-s/pole tarczy	0.741	14.58	$p < 0.01$

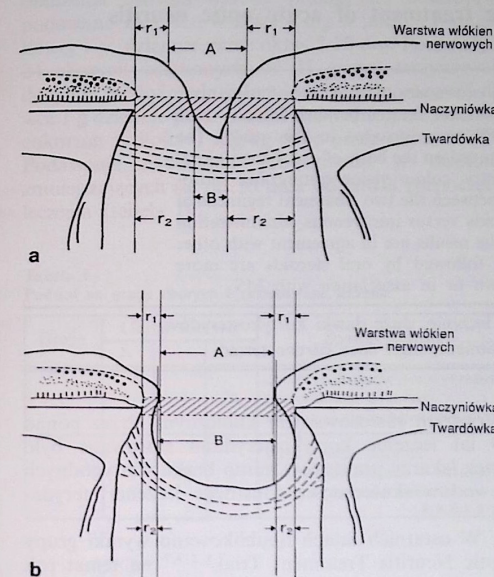
Analiza została przeprowadzona w sposób wykluczający wpływ wieku i refrakcji na otrzymane wyniki  
Wartość  $F > 5.41$  odpowiada wartości  $p < 0.01$

## Omówienie

W systemie TopSS pole tarczy było znamienne mniejsze niż w technice konwencjonalnej fotografii. Przyczyną tej różnicy może być różna definicja pola tarczy, a ściślej jego zewnętrznej granicy; w systemie TopSS granicę tą wytyczają w zasadzie 4 punkty wybrane przez operatora, przez które zostaje automatycznie przeprowadzona granica o kształcie zbliżonym do elipsy (ryc. 1b). Granica ta zazwyczaj położona jest bardziej wewnątrz w stosunku do pierścienia twardówkowego, który stanowi granicę pola tarczy w technice fotografii konwencjonalnej. Inną przyczyną może stanowić lokalizacja płaszczyzny zogniskowania; w przypadku systemu TopSS jest ona usytuowana na poziomie pierścienia twardówkowego (pole offsetowe położone 100  $\mu\text{m}$  poniżej pola odniesienia); z tego powodu pole tarczy może być mniejsze ponieważ kanał twardówkowy widziany na tym poziomie jest węższy. Pole zagłębienia w grupie kontrolnej w systemie TopSS okazało się mniejsze niż w technice fotograficznej. Za przyczynę tego można uważać lejowaty kształt zagłębienia w oczach zdrowych i obniżenie pola offsetowego do poziomu pierścienia twardówkowego w systemie TopSS (ryc. 2). Pierścieni n-s w oczach z jaskrą w systemie TopSS

miał mniejszą powierzchnię niż w technice fotografii konwencjonalnej. Podminowanie zagłębienia u osób z jaskrą może powodować przesadną ocenę pola pierścienia n-s w technice fotograficznej, podczas, gdy w systemie TopSS podminowanie zagłębienia nie wpływa na pomiar powierzchni pierścienia n-s. Wysoki kontrast między tkanką nerwową, zagłębieniem i twardówką na obrazach sumarycznych systemu TopSS umożliwia łatwiejsze wytyczenie granic tarczy w przypadku systemu TopSS.

Pole pierścienia n-s koreluje znamienne z średnim ubytkiem pola widzenia, jakkolwiek korelacja ta



Ryc. 2: a, b. Mechanizm powstawania różnic w wynikach oceny pierścienia n-s pomiędzy metodą fotograficzną a systemem TopSS. W systemie TopSS płaszczyzna zogniskowania offsetowego znajduje się na wysokości obszaru oznaczonego skośnymi liniami A: średnica pola zagłębienia w metodzie fotograficznej B: średnica pola zagłębienia w systemie TopSS  $r_1$ : szerokość pierścienia n-s w metodzie fotograficznej  $r_2$ : szerokość pierścienia n-s w systemie TopSS  
ryc. a) kształt prawidłowej tarczy nerwu wzrokowego prowadzi do zanizania wielkości pola pierścienia n-s ( $r_1 < r_2$ ) i zawyżenia wielkości pola zagłębienia ( $A > B$ ) w metodzie fotograficznej. ryc. b) w przypadkach zmian jaskrowych tarczy nerwu wzrokowego dochodzi do zawyżenia wielkości pola pierścienia n-s ( $r_1 > r_2$ ) oraz do zanizania wyników pomiaru pola zagłębienia ( $A < B$ ) w metodzie fotograficznej w porównaniu do systemu TopSS

nie jest całkowicie liniowa. Sumaryczny obraz topograficzny tarczy nerwu wzrokowego uzyskiwany w systemie TopSS, posiadając duży stopień kontrastu i ostry rozdział pomiędzy zagłębieniem a pierścieniem n-s, charakteryzuje się powtarzalnością uzyskiwanych danych. Jednym z istotniejszych rozwiązań w systemie TopSS jest możliwość wykonywania cyfrowych analiz porównawczych pomiędzy kolejnymi kontrolnymi parametrami tarczy tego samego pacjenta, wykonywanych w różnych odstępach czasu. Po zarejestrowaniu obrazu początkowego i uzyskaniu uśrednionego „wzorca wyjściowego” dla danej tarczy nerwu wzrokowego, każde badanie kontrolne porównywane jest z wynikami z badań poprzednich, z zachowaniem tej samej zewnętrznej granicy pola tarczy jako „linii podstawowej” (najczęściej w kształcie elipsy), sprzężonej z „wyjściowym wzorcem” obrazem tarczy nerwu i przechowywanej w pamięci komputera.

Dotychczasowe, przedstawione w pracy doświadczenie związane z biomorfometrią tarczy nerwu wzrokowego wskazuje, że laserowy oftalmoskop skaningowy systemu TopSS stwarza możliwości obiektywnego, nieinwazyjnego śledzenia zmian dwu- i trójwymiarowych wartości wskaźników morfologii tarczy, szczególnie w przypadkach gdy rozpoznamy lub będziemy podejrzewać proces jaskrowy.

## Piśmiennictwo

1. Aulhorn E., Karmeyer H.: Frequency distribution in early glaucomatous visual field defects. 2nd Internat Visual Field Symposium, Tübingen (1976). W: Doc Ophthalmol Proc Ser 14: 75-83 (1977).
2. Cioffi G.A., Eastman R. O., Robin A. L., Perell H. F., Kelman S. E., Sarfarazi F.: Confocal laser scanning ophthalmoscope: automatic registration and reproducibility. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 32: 719-723 (1991).
3. Dreher A. W., Tso P. C., Weinreb R. N.: Reproducibility of topographic measurements of the normal and glaucomatous optic nerve head with the laser tomographic scanner. Amer. J. Ophthalmol. 111: 221-229 (1991).
4. Gramer E., Siebert M.: Optic nerve head measurements: The optic nerve head analyzer — its advantages and its limitations. Intern. Ophthalmol. 13: 3-13 (1989).
5. Littmann H.: Zur Bestimmung der wahren Größe eines Objekts auf dem Hintergrund eines lebenden Auges. Klin. Mbl. Augenheilk. 192: 66-67 (1988).
6. Robert V.: Biomorphometry of the optic disc. Current Opinion in Ophthalmology 4 (II): 35-39 (1993).
7. Shields M. B., Martone J. F., Shelton A. R., Ollie A. R., MacMillan J.: Reproducibility of topographic measurements with the optic nerve head analyzer. Amer. J. Ophthalmol. 104: 581-586 (1987).
8. Weinreb R. N.: Laser scanning tomography to diagnose and monitor glaucoma. Current Opinion in Ophthalmology 4 (II): 3-6 (1993).

Praca wpłynęła: 14.04.1995 (273)