

(04)

# Ocena pierścienia nerwowo-siatkówkowego u dzieci chorych na jaskrę i z podejrzeniem jaskry

## *Neuroretinal rim assessment in children with known and suspected juvenile glaucoma*

Michał Szumiński, Alina Bakunowicz-Łazarczyk

Klinika Okulistyki Dziecięcej z Ośrodkiem Leczenia Zeza, Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Alina Bakunowicz-Łazarczyk

### Abstrakt:

Cel: ocena pierścienia nerwowo-siatkówkowego u dzieci z poszerzoną wnęką naczyniową (z podejrzeniem jaskry) oraz u dzieci chorych na jaskrę młodzieńczą za pomocą specjalnego oprogramowania Glaucoma Module spektralnej optycznej koherentnej tomografii.

**Materiał i metody:** analizie poddano 30 oczu (15 dzieci) z podejrzeniem jaskry oraz 30 oczu (15 dzieci) z rozpoznaną jaskrą młodzieńczą. Wiek dzieci z obu grup wynosił od 10 do 18 lat. Oprócz standardowego badania okulistycznego u każdego uczestnika badania wykonano badanie centralnego pola widzenia (Octopus 900 Pro, Haag-Streit) oraz spektralnej optycznej koherentnej tomografii (Spectralis, Heidelberg) z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania Glaucoma Module. Oprócz oceny grubości okołotarczowych włókien nerwowych analizie statystycznej poddano szerokość pierścienia nerwowo-siatkówkowego, odchylenie standardowe w badaniu pola widzenia oraz średnie dobowe ciśnienie wewnątrzgałkowe.

**Wyniki:** w grupie dzieci chorych na jaskrę młodzieńczą wykazano silne korelacje między globalną grubością okołotarczowych włókien nerwowych a średnim odchyleniem w badaniu pola widzenia oraz między szerokością pierścienia nerwowo-siatkówkowego a średnim odchyleniem w polu widzenia. W grupie dzieci z podejrzeniem jaskry nie uzyskano statystycznie istotnej korelacji między szerokością pierścienia nerwowo-siatkówkowego a średnim odchyleniem w polu widzenia.

**Wnioski:** ocena pierścienia nerwowo-siatkówkowego nie przewyższa oceny włókien nerwowych siatkówki u dzieci chorych na świeżo rozpoznaną jaskrę młodzieńczą.

### Słowa kluczowe:

jaskra młodzieńcza, jaskra pierwotna otwartego kąta, pierścień nerwowo-siatkówkowy, podejrzenie jaskry.

### Abstract:

**Purpose:** To assess neuroretinal rim width using spectral optical coherence tomography in children with enlarged optic disc cupping (suspected juvenile glaucoma) and children with known juvenile glaucoma.

**Material and methods:** 30 eyes of 15 healthy subjects and 30 glaucomatous eyes were assessed. The subjects in both groups ranged from 10 to 18 years. Every subject underwent a standard ophthalmic examination including central visual field testing (Octopus 900 Pro, Haag-Streit) and spectral optical coherence tomography (Spectralis, Heidelberg), using the special Glaucoma Module software. The associations between the neuroretinal rim width and central visual field as well as global peripapillary retinal nerve fiber layer thickness were evaluated.

**Results:** There were strong correlations between retinal nerve fiber layer and mean deviation as well as between Bruch's Membrane Opening–Minimum Rim Width and mean deviation in patients with juvenile glaucoma. There was no correlation between Bruch's Membrane Opening–Minimum Rim Width and mean deviation in children with suspected juvenile glaucoma.

**Conclusions:** Neuroretinal rim width assessment seems to have no greater value than retinal nerve fiber layer, especially in newly diagnosed juvenile glaucoma.

### Key words:

juvenile glaucoma, primary open angle glaucoma, neuroretinal rim, glaucoma suspect.

**Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów w związku z publikowaną pracą/ The authors declare no conflict of interest**

## Wprowadzenie

W diagnostyce jaskry młodzieńczej ocena szerokości pierścienia nerwowo-siatkówkowego oraz pionowego wymiaru wnęki w relacji do całej powierzchni tarczy nerwu wzrokowego (n. II) (ang. cup-to-disc ratio – CDR) stanowi podstawową informację uzyskiwaną podczas badania dna oczu. W diagnostyce podejrzenia jaskry oraz monitorowaniu leczenia chorych na jaskrę oprócz badania funkcjonalnego, którym jest badanie

pola widzenia, istotną rolę odgrywają również pomiary tarczy n. II oraz okołotarczowych włókien nerwowych, uzyskane dzięki spektralnej optycznej koherentnej tomografii (ang. Spectral Optical Coherence Tomography – SOCT). Jednakże relacje topograficzne i ocena kliniczna granic tarczy n. II nie muszą się pokrywać z granicami wyznaczonymi na podstawie skanów SOCT, to może się przyczyniać do różnic w ocenie klinicznej i biometrycznej szerokości nie tylko wnęki naczyniowej, ale również

pierścienia nerwowo-siatkówkowego. Granice tarczy n. II w obrazach wielu urządzeń SOCT bazują na skanach przestrzennych, które umożliwiają uwidocznienie zakończenia błony Brucha (ang. Bruch's Membrane Opening – BMO) lub nabłonka barwnikowego siatkówki (ang. Retinal Pigment Epithelium – RPE) (1, 2). Wydaje się, że oznaczenie BMO jest wystarczającym i w miarę stabilnym znacznikiem, dzięki któremu można zmierzyć istotne dla uszkodzenia jaskrowego parametry biometryczne tarczy n. II, tj. szerokość pierścienia nerwowo-siatkówkowego w poszczególnych sektorach (standardowo są podzielone na sektory: górny nosowy, górny skroniowy, skroniowy, dolny skroniowy, dolny nosowy i nosowy). Dzięki specjalnemu oprogramowaniu Glaucoma Module, dostępnemu w aparacie Spectralis, uzyskujemy 24 standardowe promieniste przekroje tarczy n. II, które umożliwiają pomiar szerokości pierścienia nerwowo-siatkówkowego, wyrażony jako najmniejsza odległość między zakończeniem błony Brucha a błoną graniczną wewnętrzną (ang. Bruch's Membrane Opening–Minimum Rim Width – BMO-MRW). Wyniki ostatnich badań dowodzą, że BMO-MRW to obecnie najbardziej wiarygodny parametr w biometrycznej ocenie uszkodzenia jaskrowego tarczy n. II (3, 4).

### Cel

Celem tej pracy jest ocena pierścienia nerwowo-siatkówkowego u dzieci z poszerzoną wnęką naczyniową (z podejrzeniem jaskry) oraz u dzieci chorych na jaskrę młodzieńczą za pomocą specjalnego modułu jaskrowego SOCT.

### Materiał i metody

Analizie poddano 30 pacjentów (15 płci żeńskiej i 15 płci męskiej w wieku od 10 do 18 lat) Kliniki Okulistyki Dziecięcej oraz Poradni Okulistycznej w Białymstoku. Na podstawie 3 wizyt diagnostycznych (w ciągu roku) pacjentów kwalifikowano do jednej z dwóch grup: I – podejrzenie jaskry, lub II – świeżo rozpoznana jaskra młodzieńcza.

Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z zasadami zawartymi w Deklaracji Helsińskiej. Projekt badania został zatwierdzony przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (numer R-I-002/350/2016), a pacjenci i ich opiekunowie prawni podpisali świadomą zgodę na udział w badaniu.

Wszystkich pacjentów poddano badaniu okulistycznemu, które obejmowało: pomiar najlepszej skorygowanej ostrości wzroku (ang. Best Corrected Visual Acuity – BCVA), refrakcję obiektywną po cykloplegii, badanie w lampie szczelinowej z oceną dna oczu za pomocą soczewki Volk 78 D, tonometrię aplanacyjną Pascala, gonioskopię, badanie centralnego pola widzenia (szybka strategia progowa, ang. Tendency-Oriented-Perimetry – TOP) (Octopus 900, Haag-Streit) ocenę biometryczną tarczy n. II za pomocą SOCT Spectralis (Heidelberg) z wykorzystaniem modułu jaskrowego (ang. Glaucoma Module – GM). Dzięki oprogramowaniu GM uzyskano na każdym z 24 skanów przekrojowych automatyczną segmentację poszczególnych warstw takich jak błona graniczna wewnętrzna (ang. Internal Limiting Membrane – ILM) oraz błona Brucha (ang. Bruch Membrane – BM). Segmentację w przypadku odchyłań weryfikowano manualnie, uwzględniając punkty sąsiednie. Analizie statystycznej poddano następujące parametry: średnie odchylenie w badaniu centralnego pola widzenia (ang. Mean Deviation

– MD), globalną grubość okołotarczowych włókien nerwowych (ang. Total Retinal Nerve Fiber Layer thickness – TRNFL) i globalną odległość BMO-MRW.

Do badania nie zakwalifikowano osób chorych na choroby ogólnoustrojowe i/ lub przyjmujących leki, które mogłyby wpływać na wyniki badania pola widzenia, chorych na choroby płamki i jaskrę wrodzoną oraz pacjentów ze średnimi i wysokimi wadami refrakcji, druzami tarczy n. II lub wrodzonymi anomaliami rozwojowymi tylnego bieguna. Do grupy pacjentów z podejrzeniem jaskry (grupa I) zakwalifikowano pacjentów spełniających następujące kryteria włączenia: 1. pionowy CDR większy od 0,6 lub asymetria między oczami CDR większa od 0,2, 2. przynajmniej 1 pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego (ang. Intraocular Pressure – IOP) przekraczający 21 mmHg, 3. brak ubytków w badaniu pola widzenia. Do grupy chorych na jaskrę młodzieńczą (grupa II) włączono osoby spełniające następujące kryteria: 1. pionowy CDR większy od 0,6 lub międzyoczna asymetria CDR większa od 0,2, 2. IOP przekraczające 21 mmHg, 3. ubytki okołotarczowych włókien nerwowych w badaniu SOCT, 4. ubytki w badaniu pola widzenia, 5. prawidłowa struktura kąta przesączania w gonioskopii.

### Wyniki

W tabeli I przedstawiono ogólną charakterystykę badanych grup. Nie wykazano istotnych różnic statystycznych między grupami w zakresie wieku, płci, liczby oczu oraz wady refrakcji.

Zmienna/ Variable	Grupa I/ Group I	Grupa II/ Group II	P
Liczba oczu/ Number of eyes	30	30	NS
Płeć M: K/ Sex M: F	7: 8	7: 8	NS
Wiek (średnia)/ Age (mean)	13,5 ± 2,24	13,6 ± 2,25	NS
Ekwiwalent sferyczny (D)/ Spherical equivalent (D)	-0,2 ± 1,21	-0,3 ± 1,35	NS
Pole widzenia MD (dB)/ Visual field MD (dB)	-0,55 ± 1,09	-2,76 ± 1,12	<0,0001
IOP (mmHg)	16,5 ± 4,2	24,0 ± 6,3	<0,01

Tab. I. Ogólna charakterystyka grup badanych: I – podejrzenie jaskry, II – jaskra młodzieńcza.

Tab. I. General characteristics of study groups: I – glaucoma suspect, II – juvenile glaucoma.

Średnia wartość IOP oraz średnie odchylenie w badaniu centralnego pola widzenia różniły się istotnie u pacjentów z badanych grup (tab. I). Podobnie wykazano różnice w globalnej grubości okołotarczowych włókien nerwowych i szerokości pierścienia neruroretinalnego (tab. II).

Średni sektoralny rozkład okołotarczowych włókien nerwowych oraz rozkład sektoralny szerokości pierścienia nerwowo-siatkówkowego spełniał kryterium ISNT (ang. Inferior-Superior-Nasal-Temporal – dolny-górny/ nosowy-skroniowy – dotyczy poszczególnych kwadrantów) w grupie I (u dzieci z podejrzeniem jaskry). Takiej zależności nie wykazano w grupie II (u dzieci chorych na jaskrę młodzieńczą) (tab. III).

Zmienna/ Variable)	Grupa I/ Group I	Grupa II/ Group II	p
TRNFL ( $\mu\text{m}$ ) – median (min–max)	92 (85–107)	83 (68–97)	<0,05
TBMO–MRW ( $\mu\text{m}$ )	305,0 $\pm$ 58,5	265,0 $\pm$ 79,2	<0,05
BMO (powierzchnia) ( $\text{mm}^2$ )/ BMO (area) ( $\text{mm}^2$ )	2,59 (2,02–2,85)	2,12 (1,98–2,47)	<0,02

Tab. II. Ogólne parametry biometryczne tarczy nerwu wzrokowego: TRNFL – globalna grubość okołotarczowych włókien nerwowych, TBMO–MRW – globalna szerokość pierścienia nerwowo-siatkówkowego, BMO powierzchnia – powierzchnia tarczy nerwu wzrokowego wyznaczona na podstawie BMO (zakoczenia błony Brucha). Grupa I – podejrzenie jaskry, grupa II – jaskra młodzieńcza.

Tab. II. General biometric parameters of optic nerve disc: TRNFL – total peripapillary retinal nerve fiber layer thickness, TBMO–MRW – total neuroretinal rim width, BMO area – optic disc area determined by Bruch’s membrane opening. Group I – glaucoma suspect, II – juvenile glaucoma.

Zmienna/ Variable	Grupa I/ Group I	Grupa II/ Group II	p
RNFL I ( $\mu\text{m}$ )	119,0 $\pm$ 22,6	84,0 $\pm$ 23,5	<0,05
RNFL S ( $\mu\text{m}$ )	110,0 $\pm$ 19,8	87,0 $\pm$ 21,2	<0,05
RNFL N ( $\mu\text{m}$ )	71,0 $\pm$ 14,1	56,0 $\pm$ 16,8	<0,05
RNFL T ( $\mu\text{m}$ )	69,0 $\pm$ 13,9	55,0 $\pm$ 16,8	<0,05
BMO–MRW I ( $\mu\text{m}$ )	335,0 $\pm$ 36,4	214,0 $\pm$ 44,3	<0,01
BMO–MRW S ( $\mu\text{m}$ )	322,0 $\pm$ 26,5	212,0 $\pm$ 28,7	<0,01
BMO–MRW N ( $\mu\text{m}$ )	309,0 $\pm$ 22,1	279,0 $\pm$ 24,3	<0,02
BMO–MRW T ( $\mu\text{m}$ )	256,0 $\pm$ 20,4	205,0 $\pm$ 19,2	<0,02

Tab. III. Pomiar biometryczny tarczy nerwu wzrokowego: RNFL – okołotarczowe włókna nerwowe, BMO–MRW – szerokość pierścienia nerwowo-siatkówkowego w poszczególnych kwadrantach: I (inferior) – dolnym, S (superior) – górnym, N (nasal) – nosowym, T (temporal) – skroniowym. Grupa I – podejrzenie jaskry, grupa II – jaskra młodzieńcza.

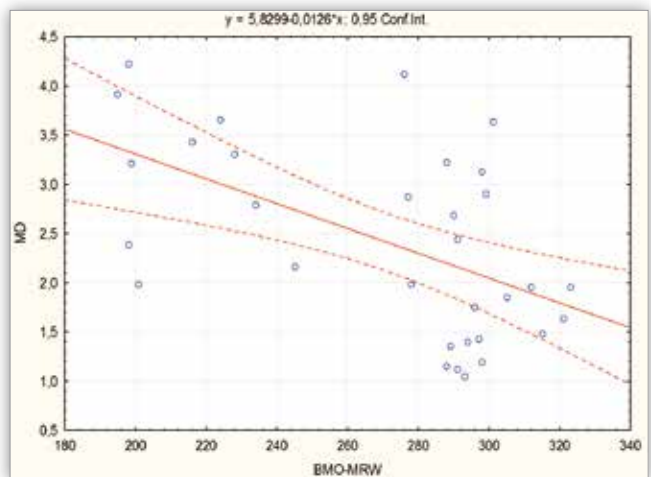
Tab. III. Biometrical parameters of optic disc: RNFL – peripapillary retinal nerve fiber layer, BMO–MRW – neuroretinal rim width in respective quadrants: I – inferior, S – superior, N – nasal, T – temporal. Group I – glaucoma suspect, II – juvenile glaucoma.

Zmienna/ Variable	MD w grupie I/ MD in group I	MD w grupie II/ MD in group II
TRNFL	0,15 – NS	-0,68 (p < 0,00002)
TBMO–MRW	0,12 – NS	-0,54 (p < 0,001)

Tab. IV. Współczynnik korelacji między średnim odchyleniem (MD) w badaniu pola widzenia a globalną okołotarczową grubością włókien nerwowych (TRNFL) oraz szerokością pierścienia nerwowo-siatkówkowego (BMO–MRW). Grupa I – podejrzenie jaskry, grupa II – jaskra młodzieńcza. NS – nieistotne statystycznie.

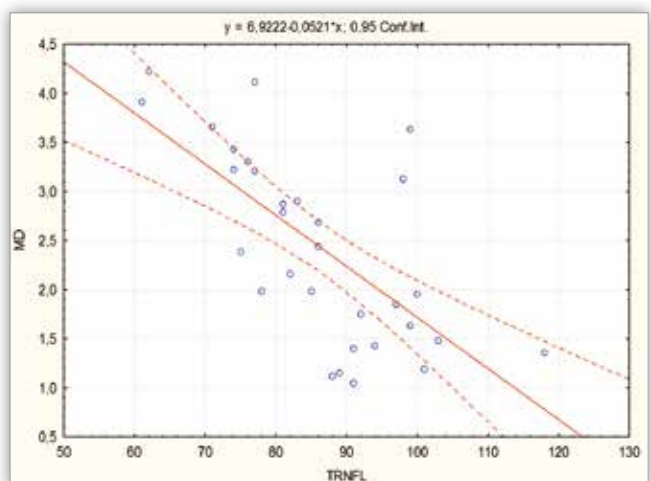
Tab. IV. Correlation coefficients between mean deviation (MD) in visual field assessment and total peripapillary retinal nerve fiber layer thickness (TRNFL) or neuroretinal rim width (BMO–MRW). Group I – glaucoma suspect, II – juvenile glaucoma. NS – non-significant.

W grupie II stwierdzono istnienie silnych korelacji między MD w badaniu centralnego pola widzenia (strategia TOP) a TRNFL oraz między MD a szerokością pierścienia nerwowo-siatkówkowego (BMO–MRW) (tab. IV). Te zależności zostały przedstawione na wykresach korelacji (ryc. 1., 2.). Co ciekawe, podobnych zależności nie stwierdzono w grupie I.



Ryc. 1. Zależność między średnim odchyleniem (MD) w badaniu centralnego pola widzenia a szerokością pierścienia nerwowo-siatkówkowego wyrażonego za pomocą BMO–MRW u chorych na jaskrę młodzieńczą.

Fig. 1. Correlation between the mean deviation (MD) in visual field assessment and neuroretinal rim width expressed as BMO–MRW in patients with juvenile glaucoma.



Ryc. 2. Zależność między globalną grubością okołotarczowych włókien nerwowych a szerokością pierścienia nerwowo-siatkówkowego wyrażonego za pomocą BMO–MRW u chorych na jaskrę młodzieńczą.

Fig. 2. Correlation between global peripapillary retinal nerve fiber thickness and neuroretinal rim width expressed as BMO–MRW in patients with juvenile glaucoma.

### Omówienie

Pomiary biometryczne tarczy n. II mają ułatwiać podejmowanie decyzji diagnostycznych oraz terapeutycznych w przypadku podejrzenia lub rozpoznania neuropatii jaskrowej. Mogłoby się wydawać, że obiektywizacja oceny pierścienia nerwowo-siatkówkowego za pomocą SOCT powinna zawsze pozwolić na rozwianie wątpliwości diagnostycznych dzięki dostarczeniu bardziej precyzyjnych informacji niż subiektywna ocena okulisty. Niestety,

u niektórych pacjentów nadal ocena TRNFL uzupełniona badaniem centralnego pola widzenia (zwłaszcza z wykorzystaniem szybkich strategii badania) ma – jak się wydaje – większe znaczenie praktyczne (5, 6). Wyniki naszego badania wykazały, że istnieją silne korelacje między TRNFL a MD oraz BMO–MRW a MD. Jednakże to właśnie zależność między TRNFL a MD była silniej wyrażona. Różnice między średnimi wartościami TRNFL oraz BMO–MRW w obu grupach były podobne. Wynika z tego, że wartość diagnostyczna aparaturowej oceny pierścienia nerwowo-siatkówkowego nie przewyższa oceny zmian w RNFL. Warto jednak podkreślić, że w wielu publikacjach wykazano większą wiarygodność oceny pierścienia nerwowo-siatkówkowego w zaawansowanych stadiach neuropatii jaskrowej (7–9). Jednakże wydaje się, że w przebiegu jaskry początkowej to właśnie ocena RNFL może mieć większe znaczenie (10). Powyżej przytoczone obserwacje potwierdza istnienie tzw. efektu dywanowego podczas pomiaru RNFL. W zależności od urządzenia OCT aż do 48,8–65,1% całkowitej grubości RNFL mogą stanowić tkanka glejowa lub naczynia (11, 12). Efekt dywanowy nabiera większego znaczenia wraz z progresją uszkodzenia jaskrowego, to tłumaczy wzrastającą rolę oceny BMO–MRW w bardziej zaawansowanych przypadkach. W naszej publikacji znaleźli się nieliczni pacjenci bez istotnych zmian wrodzonych tarczy n. II. W praktyce jednak często mamy do czynienia z wątpliwościami w przypadku pacjentów z podejrzeniem jaskry oraz współistniejącymi innymi anomaliami tarczy, m.in. zespołem tarczy pochyłej, druzami głębokimi i z dużym przytarczowym zanikiem naczyń. W takich przypadkach jedynie kilkukrotne powtarzanie pomiarów biometrycznych (w okresie obserwacji wynoszącym nawet 2 lata) może przynieść rozwiązanie zagadki diagnostycznej.

### Wnioski

W przebiegu jaskry młodzieńczej, zwłaszcza w jej początkowym stadium, ocena pierścienia nerwowo-siatkówkowego nie przedstawia większej wartości diagnostycznej niż ocena grubości okołotarczowych włókien nerwowych. Wartość globalnej grubości okołotarczowych włókien nerwowych silniej niż szerokość pierścienia nerwowo-siatkówkowego koreluje ze zmianami w centralnym polu widzenia. Wartość diagnostyczna oceny pierścienia nerwowo-siatkówkowego wzrasta w miarę zaawansowania uszkodzenia jaskrowego tarczy nerwu wzrokowego.

### Piśmiennictwo:

1. Povazay B, Hofer B, Hermann B, Unterhuber A, Morgan JE, Glittenberg C, et al.: *Minimum distance mapping using three-dimensional optical coherence tomography for glaucoma diagnosis*. J Biomed Opt. 2007; 12: 041204.
2. Chen TC: *Spectral domain optical coherence tomography in glaucoma: qualitative and quantitative analysis of the optic nerve head and retinal nerve fiber layer (an AOS thesis)*. Trans Am Ophthalmol Soc. 2009; 107: 254–281.
3. Strouthidis NG, Fortune B, Yang H, Sigal IA, Burgoyne CF: *Longitudinal change detected by spectral domain optical coherence tomography in the optic nerve head and peripapillary retina in experimental glaucoma*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011; 52: 1206–1219.
4. Reis AS, O'Leary N, Yang H, Sharpe GP, Nicoleta MT, Burgoyne CF, et al.: *Influence of clinically invisible, but optical coherence tomography detected, optic disc margin anatomy on neuroretinal rim evaluation*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012; 53: 1852–1860.
5. Chauhan BC, O'Leary N, AIMobarak FA, Reis ASC, Yang H, Sharpe GP, et al.: *Enhanced detection of open-angle glaucoma with an anatomically accurate optical coherence tomography-derived neuroretinal rim parameter*. Ophthalmology. 2013; 120: 535–543.
6. Mwanza JC, Oakley JD, Budenz DL, Anderson DR: *Cirrus Optical Coherence Tomography Normative Database Study Group. Ability of cirrus HD-OCT optic nerve head parameters to discriminate normal from glaucomatous eyes*. Ophthalmology. 2011; 118: 241–248.
7. Gardiner SK, Ren R, Yang H, Fortune B, Burgoyne CF, Demirel S: *A method to estimate the amount of neuroretinal rim tissue in glaucoma: comparison with current methods for measuring rim area*. Am J Ophthalmol. 2014; 157: 540–549, e1–e2.
8. Lavanya R, Jeganathan VS, Zheng Y, Raju P, Cheung N, Tai ES, et al.: *Methodology of the Singapore Indian Chinese Cohort (SICC) eye study: quantifying ethnic variations in the epidemiology of eye diseases in Asians*. Ophthalmic Epidemiol. 2009; 16: 325–336.
9. Higashide T, Ohkubo S, Hangai M, Ito Y, Shimada N, Ohno-Matsui K, et al.: *Determinants of macular thickness using spectral domain optical coherence tomography in healthy eyes: the Singapore Chinese Eye study*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013; 54: 7968–7976.
10. Zhang C, Tatham AJ, Weinreb RN, Zangwill LM, Yang Z, Zhang JZ, et al.: *Relationship between ganglion cell-inner plexiform layer and optic disc/retinal nerve fiber layer parameters in non-glaucomatous eyes*. Br J Ophthalmol. 2013; 97: 1592–1597.
11. Pollet-Villard F, Chiquet C, Romanet JP, Noel C, Aptel F: *Structure-function relationships with spectral-domain optical coherence tomography retinal nerve fiber layer and optic nerve head measurements*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014; 55: 2953–2962.
12. Danthurebandara VM, Sharpe GP, Hutchison DM, Denniss J, Nicoleta MT, Allison M, et al.: *Enhanced structure-function relationship in glaucoma with an anatomically and geometrically accurate neuroretinal rim measurement*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014; 56: 98–105.

Praca wpłynęła do Redakcji 06.12.2017 r. (KO-00145-2017)  
Zakwalifikowano do druku 30.04.2018 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):  
dr n. med. Michał Szumiński  
Klinika Okulistyki Dziecięcej w Białymstoku  
ul. Waszyngtona 17, 15-274 Białystok  
e-mail: [michal.szuminski@udsk.pl](mailto:michal.szuminski@udsk.pl)