

Przydatność różnych metod optycznej koherentnej tomografii w diagnostyce jaskry i ocenie jej progresji

Utility of Different Optical Coherence Tomography Methods in Glaucoma Diagnosis and Monitoring

Marek E. Prost

Klinika Okulistyczna Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej w Warszawie

Centrum Okulistyki Dziecięcej w Warszawie

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Marek E. Prost

Abstract:

Aim: To assess the utility of different optical coherence tomography methods in glaucoma diagnosis and monitoring.

Material and Methods: The study was performed in 75 patients (including 45 children) in whom in the diagnosis of early glaucoma and monitoring of progression of the disease the measurements of visual field, topography of optic nerve head, thickness of peripapillary retinal nerve fiber layer and thickness of ganglion cells complex in the macula were used.

Results: In patients with early glaucoma the most sensitive method of evaluation of retinal ganglion cell loss was macular ganglion cells complex. Less sensitive were: peripapillary retinal nerve fiber layer, optic nerve head and visual field measurements, respectively. In monitoring disease progression the sensitivity was in the order: ganglion cells complex, retinal nerve fiber layer, optic nerve head and visual field measurements, respectively.

Conclusions: The results of this study indicate that ganglion cells complex is the most sensitive method for evaluation of ganglion cell loss both in early diagnosis and in monitoring glaucoma progression. Ganglion cells complex is especially useful for glaucoma evaluation in children.

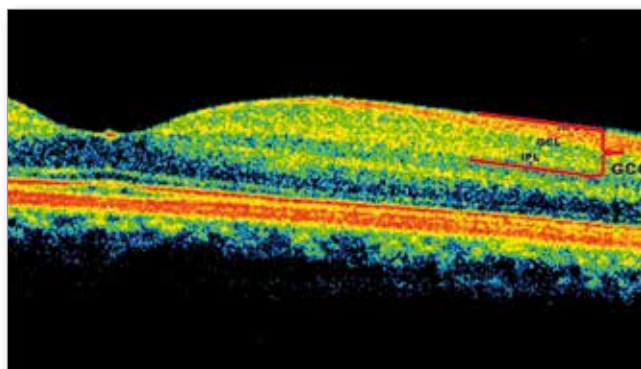
Key words:

Słowa kluczowe:

jaskra, optyczna koherentna tomografia (OCT), kompleks komórek zwojowych w plamce (GCC), włókna nerwowe wokół tarczy nerwu wzrokowego (RNFL), topografia tarczy nerwu wzrokowego (ONH), perymetria, dzieci.

Wstęp

Do wykrywania wczesnych zmian jaskrowych i oceny progresji jaskry najczęściej są stosowane badania: pola widzenia, pachymetrii, gonioskopii, topografii tarczy nerwu wzrokowego (Optic Nerve Head – ONH) (metoda HRT), oraz badania polegające na pomiarach ciśnienia śródgałkowego (Intraocular Pressure – IOP) i grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II (Retinal Nerve Fiber Layer – RNFL) (metoda GDx). Obecnie nie są już praktycznie używane metody badania tarczy nerwu wzrokowego (n. II) za pomocą wziernikowania lub stereoskopowej oceny zdjęć tarczy n. II. U małych dzieci do oceny progresji jaskry stosuje się badanie polegające na pomiarach długości gałki ocznej lub średnicy rogówki. W ostatnich latach natomiast wprowadzono nowe metody badania ONH, grubości warstwy RNFL oraz oceny GCC z wykorzystaniem techniki optycznej koherentnej tomografii (Optical Coherence Tomography – OCT). W ostatniej z tych metod badana jest w plamce grubość tzw. kompleksu komórek zwojowych (Ganglion Cells Complex – GCC), na który składa się warstwa włókien nerwowych, warstwa komórek zwojowych i warstwa spłotowata wewnętrzna, a więc neuryty, jądra i dendryty komórek zwojowych. (ryc. 1.). O ile badania ONH i grubości warstwy RNFL były już wcześniej oceniane za pomocą innych technik niż OCT, to badanie GCC jest zupełnie nową metodą stosowaną w diagnostyce jaskry. Na obszarze plamki znajduje się około 50% wszystkich komórek zwojowych siatkówki, ze względu na ich bardzo dużą gęstość, a tym samym grubość warstw, jest to zatem idealny rejon do badania wczesnej utraty tych komórek oraz zmian, które w nich zachodzą w przebiegu jaskry (1).



Ryc. 1. Kompleks komórek zwojowych.

NFL – warstwa włókien nerwowych siatkówki, GCL – warstwa jąder komórek zwojowych, IPL – warstwa spłotowata wewnętrzna

Fig. 1. Ganglion cell complex.

NFL – nerve fiber layer, GCL – ganglion cell layer, IPL – inner plexiform layer

Ponieważ metody OCT zostały wprowadzone do okulistyki w ostatnich kilku latach, ich wartość w badaniu wczesnych zmian jaskrowych i monitorowaniu progresji jaskry nie jest do końca potwierdzona.

Cel

Celem niniejszej pracy jest ocena różnych metod OCT stosowanych w diagnostyce początkowych zmian jaskrowych oraz monitorowaniu progresji jaskry, ze szczególnych uwzględnieniem jaskry dziecięcej.

Material i metody

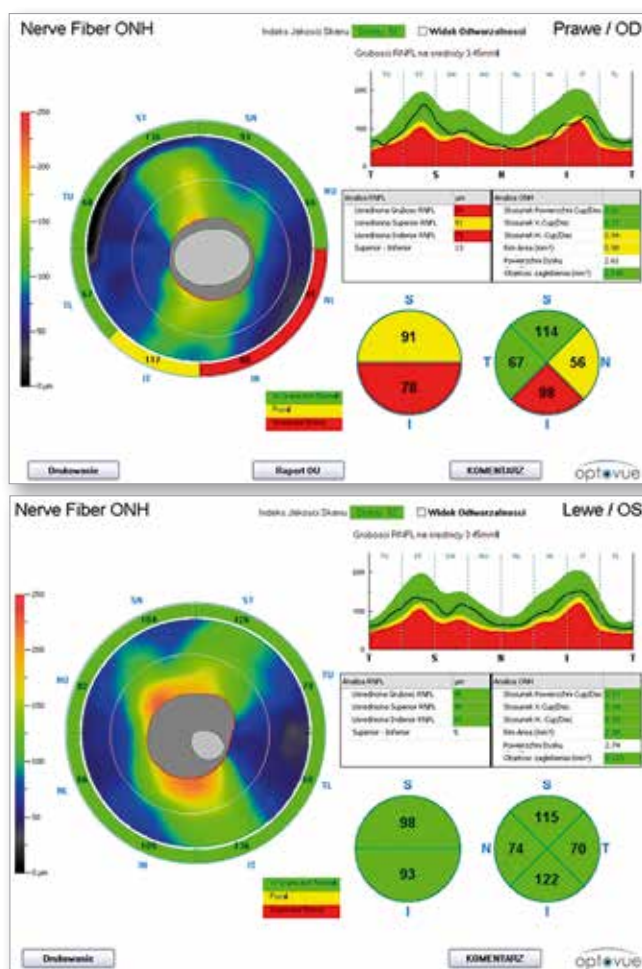
Badania przeprowadzono u 75 chorych na jaskrę (30 dorosłych chorych na jaskrę z otwartym kątem, w wieku od 20 do 60 lat, oraz 45 dzieci chorych na jaskrę wrodzoną pierwotną, w wieku od 2,5 roku do 10 lat). Ocena zmian jaskrowych we wczesnych postaciach jaskry wykonano u 35 chorych w czasie ich pierwszego badania w ośrodku. Byli to chorzy, u których chorobę rozpoznano od 0,5 do 2,5 roku wcześniej.

Progresję jaskry monitorowano u 40 chorych, których leczono od 2,5 roku do 10 lat. Badania wykonywano co pół roku przez okres od 2,5 roku do 3 lat.

U wszystkich tych chorych wykonywano następujące badania:

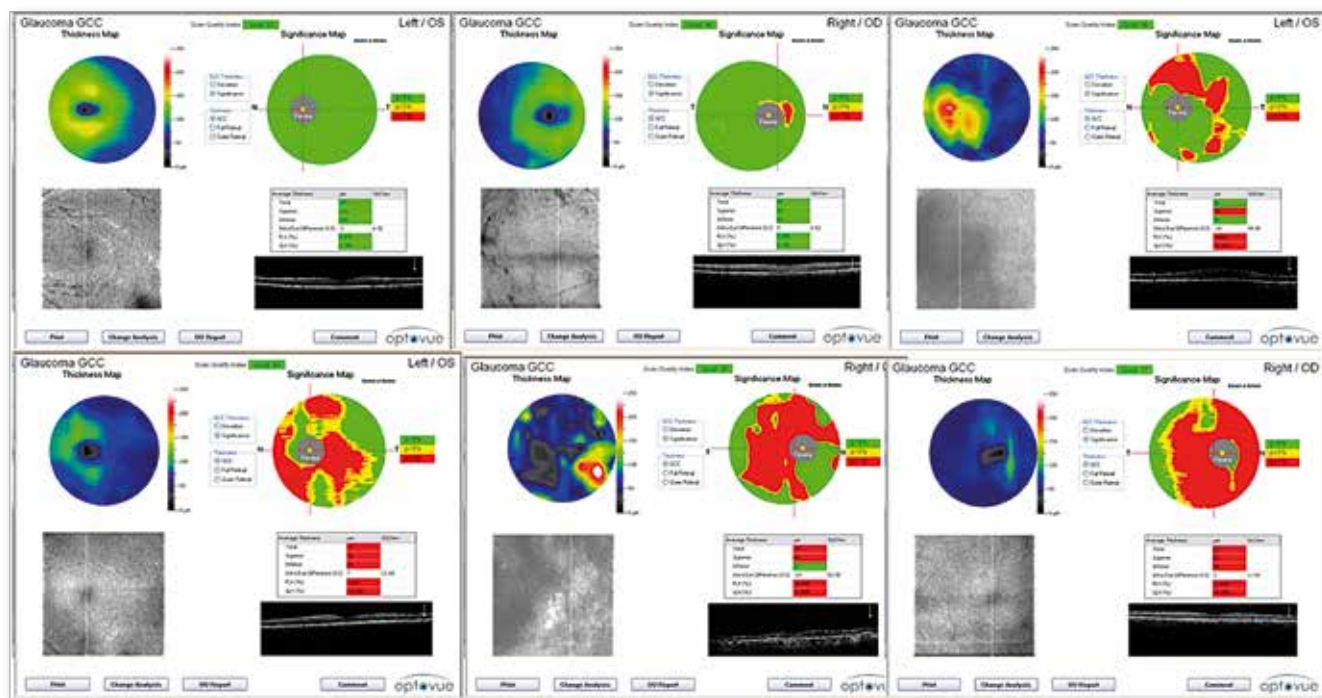
1. pomiar IOP tonometrem Perkinsa firmy Clement Clark,
2. badanie pachymetryczne pachymetrem PachPen firmy Accutome,
3. badanie pola widzenia perymetrem automatycznym PTS 910 firmy Optopol – wykonywano je wg strategii progowej i testowego pola jaskrowego 50°.
4. badania: topografii tarczy n. II (analiza ONH), grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II (analiza RNFL) oraz kompleksu komórek zwojowych (GCC) aparatem iVue firmy Optovue. W celu dokładniejszej oceny wartości diagnostycznej różnych parametrów tych badań w ocenie topografii tarczy n. II brano pod uwagę horyzontalny współczynnik C/D, wertykalny współczynnik C/D oraz powierzchnię rąbka nerwowo-siatkówkowego, w analizie RNFL zaś uśrednioną grubość warstwy włókien nerwowych 360° wokół tarczy, uśrednioną grubość w górnej części oraz dolnej części siatkówki przy tarczy n. II. W pomiarach grubości kompleksu komórek zwojowych oceniano współczynniki FLV, GLV oraz uśrednioną grubość tego kompleksu na całym obszarze plamki.

Typowe zmiany jaskrowe widoczne w badaniu topografii n. II i w badaniu grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II przedstawiono na rycinie 2., różne stopnie zaawansowania zmian w badaniu GCC u chorych na jaskrę zaś są widoczne na rycinie 3.



Ryc. 2. Zmiany w badaniu topografii n. II i grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II w oku prawym i brak zmian w oku lewym u chorego na jaskrę.

Fig. 2. Changes in the topography of the optic nerve head and thickness of peripapillary nerve fiber layer in right eye and normal results in left eye.



Ryc. 3. Różne stopnie zaawansowania zmian w badaniu kompleksu komórek zwojowych w plamce u chorych na jaskrę.

Fig. 3. Range of ganglion cells complex changes in patients with different severity of glaucoma.

Wyniki

A. Ocena zmian jaskrowych u chorych na wczesne postacie jaskry (leczonych od 0,5 do 2,5 roku)

W celu oceny wartości różnych metod stosowanych w diagnostyce wczesnych postaci jaskry poddano analizie wyniki badań pola widzenia i OCT u 35 chorych. Analizowano zmiany w ww. badaniach typowe dla jaskry. Wyniki przedstawiono w tabeli I. Najczęściej odchylenia od normy stwierdzano w badaniu GCC, a następnie w analizie RNFL. Rzadziej zmiany występowały w analizie ONH, najrzadziej zaś w badaniu pola widzenia. W badaniu GCC najbardziej czułą metodą była ocena wskaźnika FLV, mniej czułymi zaś ocena wskaźnika GLV i badanie uśrednionej grubości GCC na całym obszarze plamki. W analizie RNF najczęściej zmiany występowały w uśrednionej grubości włókien w górnej części oraz w dolnej części siatkówki przy tarczy n. II, rzadziej natomiast w uśrednionej grubości warstwy włókien nerwowych 360° wokół tarczy n. II. W analizie ONH najczęściej stwierdzano odchylenia od normy w badaniu powierzchni rąbka nerwowo-siatkówkowego, rzadziej natomiast w ocenie wertykalnego i horyzontalnego współczynnika C/D (tab. I).

Badanie/ Method Badany parametr/ Study parameter	Częstość występowania odchylenia od normy/ Frequency of occurrence of deviation from normative database
GCC	
FLV	63%
GLV	54%
uśredniona grubość GCC w plamce/ avg. GCC	51%
RNFL	
uśredniona grubość warstwy włókien nerwowych 360° wokół tarczy n. II/ avg. RNFL thickness	48%
uśredniona grubość w górnej części części siatkówki przy tarczy n. II/ avg. superior RNFL	51%
uśredniona grubość w dolnej części części siatkówki przy tarczy n. II/ avg. inferior RNFL	51%
ONH	
horyzontalny współczynnik C/D/ Cup/Disc h. ratio	36%
wertykalny współczynnik C/D/ Cup/Disc v. ratio	39%
powierzchnia rąbka nerwowo-siatkówkowego/ rim area	42%
Pole widzenia/ Perimetry	33%

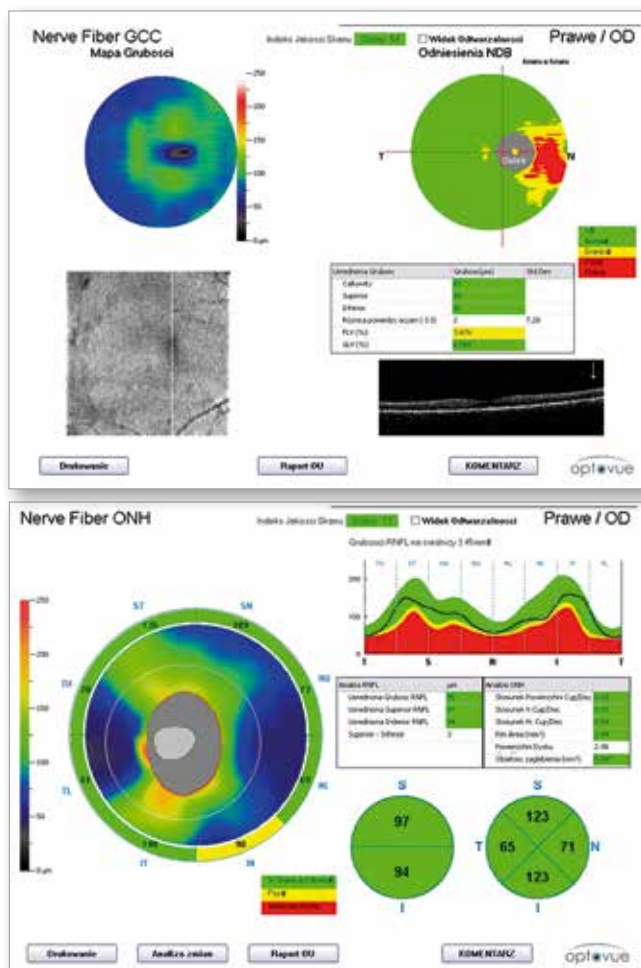
Tab. I. Częstość występowania odchylenia od normy w różnych badaniach u chorych na początkową jaskrę.

Tab. I. Frequency of occurrence of deviation from normative database in patients with early glaucoma.

U części chorych można było stwierdzić początkowe zmiany w badaniu GCC wobec braku zmian w badaniach topografii n. II i grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II (ryc. 4).

B. Ocena progresji jaskry

W celu oceny progresji jaskry u 40 leczonych chorych dokonano analizy, które badania uwidaczniają występowanie nowych zmian typowych dla jaskry lub pogorszenie zmian już istniejących. Badania wykonywano co pół roku przez okres od 2,5 roku do 3 lat. Wyniki przedstawiono w tabeli II. Wykazały one, że najczęściej



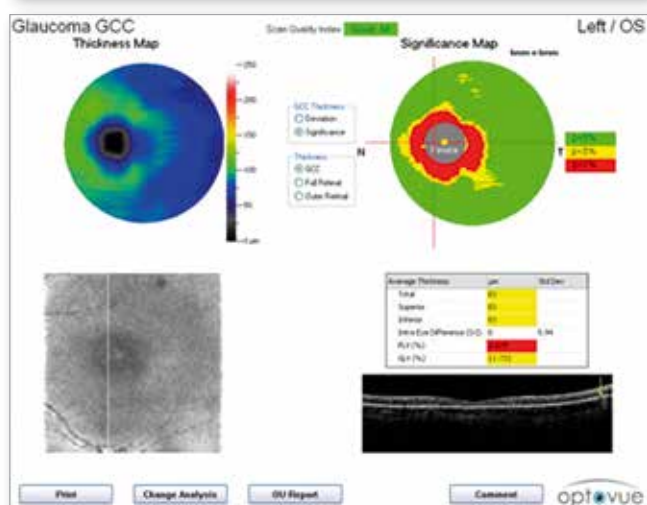
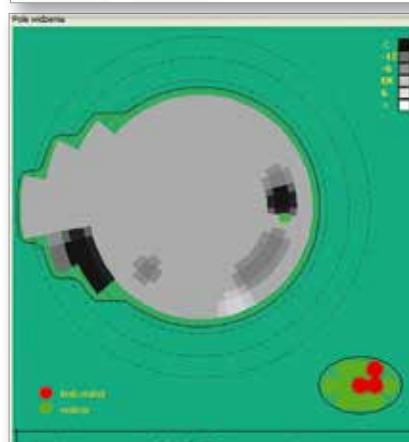
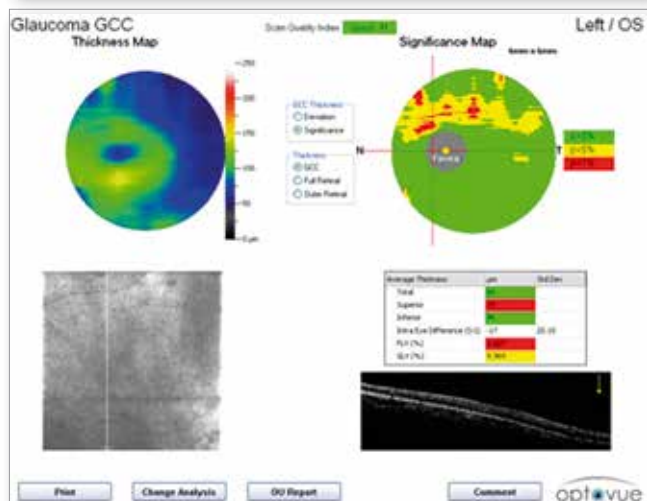
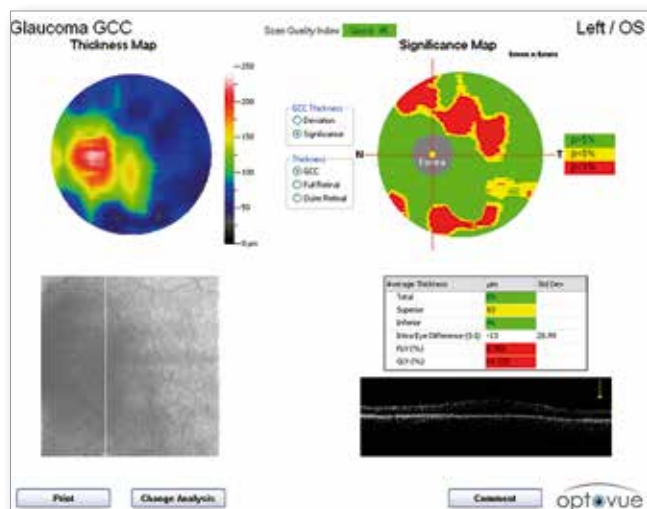
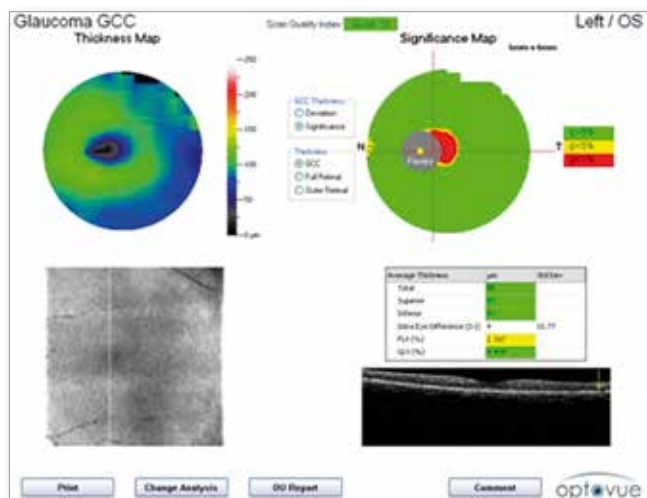
Ryc. 4. Brak zmian w badaniach topografii n. II i grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II oraz początkowe zmiany w badaniu kompleksu komórek zwojowych w plamce w oku prawym u chorego na jaskrę.

Fig. 4. Normal topography of the optic nerve head and thickness of peripapillary nerve fiber layer and early changes in ganglion cells complex in right eye of patient with glaucoma.

progresję zmian jaskrowych można było stwierdzić w badaniu GCC. Rzadziej obserwowano ją w analizie badania RNFL, najrzadziej zaś w analizie badania ONH i w analizie badania pola widzenia. W badaniu GCC progresję zmian jaskrowych obserwowano najczęściej, oceniając parametr FLV, rzadziej zaś – oceniając parametr GLV i uśrednioną grubość kompleksu komórek zwojowych w plamce na całym jej obszarze (tab. II). W analizie badania RNF pogorszenie zmian jaskrowych najczęściej obserwowano podczas oceny uśrednionej grubości włókien w górnej części siatkówki oraz w dolnej części siatkówki przy tarczy n. II, rzadziej natomiast podczas oceny uśrednionej grubości warstwy włókien nerwowych 360° wokół tarczy n. II. W analizie badania ONH progresję zmian jaskrowych najczęściej obserwowano podczas oceny powierzchni rąbka nerwowo-siatkówkowego, rzadziej natomiast podczas oceny wertykalnego i horyzontalnego współczynnika C/D (tab. II). U wielu chorych pomimo zmian w badaniu GCC nie stwierdzono ubytków w polu widzenia, u niektórych je stwierdzono, lecz były one mniejsze niż obserwowane zmniejszenie grubości warstw GCC (ryc. 5., 6.)

C. Możliwość wykonania badań u dzieci

Wyniki badań dowiodły, że u chorych na jaskrę dzieci w wieku od 2,5 roku do 10 lat najłatwiej można było wykonać badanie GCC, o wiele trudniej badania RNFL i ONH, a najtrudniej badanie pola widzenia (tab. III).



Ryc. 5. Zmniejszenie grubości kompleksu komórek zwojowych u chorych z prawidłowym polem widzenia w przebiegu jaskry.
Fig. 5. Ganglion cells complex loss in patients with normal perimetry.

Ryc. 6. Zmniejszenie grubości kompleksu komórek zwojowych i towarzyszące temu zmiany w polu widzenia u chorego na jaskrę. Ubytki w polu widzenia odpowiadają widocznym zmianom w grubości kompleksu komórek zwojowych, lecz są zdecydowanie mniejsze w górnej części pola niż w odpowiadających im zmianach w dolnej części mapy grubości kompleksu komórek zwojowych.

Fig. 6. Ganglion cells complex loss and accompanying defects in perimetry in a patient with glaucoma. Visual field defects correspond to position ganglion cells complex loss but they are smaller in the superior hemi-field than in corresponding inferior hemisphere of ganglion cells complex significance map.

Omówienie

Wyniki wielu badań dowiodły, że w przypadku wczesnych postaci jaskry odchylenia od normy najczęściej stwierdzano w badaniu GCC, a w dalszej kolejności odpowiednio w badaniach RNFL, ONH i pola widzenia. W badaniu GCC najbardziej czułą metodą była ocena wskaźnika FLV, mniej czułą zaś ocena wskaźnika GLV i ocena uśrednionej grubości GCC na całym obszarze

plamki. Podobne wyniki obserwowano u chorych na bardziej zaawansowaną postać jaskry, u których tymi metodami oceniano progresję uszkodzenia jaskrowego. Należy zaznaczyć, że u wielu chorych na jaskrę wyniki badań RNFL i ONH były prawidłowe, a stwierdzano zmiany w badaniu GCC (ryc. 4.) Największe różnice obserwowano między wynikami badania GCC a wynikami badania pola widzenia, w badaniu pola widzenia ubytki stawały się widoczne dopiero po pewnym czasie od uwidocznienia zmian w badaniu GCC (ryc. 5., 6.). To stawia pod znakiem zapytania wartość standardowego badania pola widzenia jako czulej metody służącej ocenie uszkodzeń jaskrowych. Możliwe, że częściowo ma to związek z tym, że GCC, RNFL i ONH są badaniami obiektowymi (oceniają one rzeczywiste zmiany anatomiczne na dnie oka), pole widzenia zaś jest metodą subiektywną (podstawą oceny są odczucia badanych). Różnice te byłyby zapewne mniejsze w przypadku zastosowania innych technik badania pola widzenia (FDT, SWAP). Badanie GCC było metodą, którą można było wykonać najszybciej i najłatwiej. Wykonuje się je na obszarze plamki z wykorzystaniem fiksacji dołączkowej. Pacjent badany metodami RNFL i ONH musi kierować wzrok w bok na wzorec fiksacyjny, aby obraz tarczy n. II znajdował się w centrum pola badania. To, a szczególnie utrzymanie dłuższej fiksacji w tej pozycji, wielu

Badanie/ Method Badany parametr/ Study parameter	Częstość występowania progresji zmian jaskrowych/ Frequency of occurrence of deviation from normative database
GCC	
FLV	42,5%
GLV	35,0%
średniona grubość GCC w plamce/ avg. GCC	32,5%
RNFL	
średniona grubość warstwy włókien nerwowych 360° wokół tarczy n. II/ avg. RNFL thickness	27,5%
średniona grubość w górnej części części siatkówki przy tarczy n. II/ avg superior RNFL	30,0%
średniona grubość w dolnej części części siatkówki przy tarczy n. II/ avg inferior RNFL	30,0%
ONH	
horyzontalny współczynnik C/D/ Cup/ Disc h. ratio	20,0%
wertykalny współczynnik C/D/ Cup/ Disc v. ratio	22,5%
powierzchnia rąbka nerwowo- siatkówkowego/ rim area	25,0%
Pole widzenia/ Perimetry	17,5%

Tab. II. Częstość występowania progresji zmian jaskrowych w różnych badaniach u chorych na jaskrę.

Tab. II. Frequency of occurrence of progression of glaucomatous damage measured with different methods in patients with glaucoma.

badanym przysparza problemów. Same badania trwają również dłużej ze względu na konieczność ręcznego ustawienia pola badania na środku tarczy n. II. Średnio badanie GCC można wykonać w ciągu 15–20 sekund od skalibrowania głowicy aparatu OCT na środek źrenicy, badania RNFL i ONH zaś – w ciągu 30–45 sekund. Są to wartości nieporównywalne z czasem wykonania pola widzenia. U dzieci przeprowadzenie badania GCC jest szczególnie łatwe, ponieważ fiksacja dołączkowa jest u nich odruchowa. Każdy okulista dziecięcy wie, że u dzieci łatwo jest zbadać wziernikowo płamkę, lecz trudno tarcz n. II. Znajduje to potwierdzenie w opisywanych w niniejszej pracy wynikach dotyczących możliwości wykonania badań OCT i pola widzenia uzyskanych u pacjentów poniżej 10. roku życia (tab. III).

Rodzaj badania/ Examination method	Liczba dzieci, u których można było przeprowadzić badanie/ The number of children who were able to perform the study
GCC	41
RNFL	28
ONH	26
Pole widzenia/ Perimetry	21

Tab. III. Możliwość wykonania różnych badań diagnostycznych u 45 chorych na jaskrę dzieci w wieku od 2,5 roku do 10 lat.

Tab. III. Ability to perform a different diagnostic tests in 45 children with glaucoma aged 2.5–10 years.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że w diagnostyce początkowych zmian oraz ocenie progresji jaskry najbardziej czułą metodą OCT jest badanie GCC. Mniej czułe jest badanie RNFL, a najmniej dokładne badanie ONH. U większości chorych tymi metodami można wykryć uszkodzenie jaskrowe, zanim zmiany

zostaną uwidocznione w badaniu pola widzenia (jaskra preperymetryczna) (tab. IV).

Badanie/ Test	Najbardziej czuły parameter badania/ The most sensitive test parameter
1. GCC	FLV
2. RNFL	średniona grubość włókien w górnej części lub w dolnej części siatkówki przy tarczy n. II/ av. superior or inferior RNFL
3. ONH	powierzchnia rąbka nerwowo-siatkówkowego/ rim area

Tab. IV. Gradaacja czułości różnych metod diagnostycznych OCT we wczesnej diagnostyce jaskry i ocenie jej progresji według wyników badania omawianego w tej pracy.

Tab. IV. Gradation of sensitivity of different OCT diagnostic tests in early diagnosis and monitoring of glaucoma progression according to the results of this paper.

W badaniu jaskry metody OCT są stosowane od niedawna, nie można zatem w pełni ustalić, jaka jest ich wartość. W większości prac dotyczących tego zagadnienia autorzy podają, że są one bardziej czułe niż badanie pola widzenia (2–10). Niektóre z opublikowanych wyników badań wskazują również, że zmiany wcześniej można wykryć badaniem GCC niż badaniem topografii n. II (2–8). Badania Moreno i wsp., Mwanzy i wsp. oraz Bhagata i wsp., podobnie jak te omawiane w niniejszej pracy, wykazały, że w diagnostyce początkowych zmian jaskrowych oraz ocenie progresji jaskry zmiany wcześniej można stwierdzić w badaniu GCC niż w badaniu RNFL (2, 5, 8). Bertuzzi i wsp. natomiast dowiedli, że badania GCC oraz RNFL w OCT i w GDx mają podobnie wysoką czułość w wykrywaniu jaskry (11). Podobne wyniki uzyskali również Tan i wsp., według nich badania GCC i RNFL w OCT są równie dokładne (11). W opinii tych autorów badania GCC i RNFL uzupełniają inne diagnostyczne badania jaskry – za pomocą GCC ocenia się grubość kompleksu komórek zwojowych tylko w plamce, za pomocą RNFL natomiast – grubość warstwy włókien nerwowych wokół tarczy n. II. Badanie GCC zatem prawdopodobnie dokładniej ocenia wczesne zmiany jaskrowe w plamce, badanie RNFL zaś odzwierciedla je we włóknach na całym obszarze dna oka (12).

Badanie GCC jest szczególnie przydatne w diagnostyce początkowych zmian oraz ocenie progresji jaskry u dzieci. Czas trwania tego badania jest bowiem najkrótszy w porównaniu do innych metod (zarówno OCT, jak i innych), fiksacja dołączkowa zaś znacznie ułatwia jego wykonanie.

Jaka jest przyczyna tego, że opisywane w niniejszej pracy badanie GCC wykazywało większą czułość w diagnostyce początkowych zmian oraz ocenie progresji jaskry? Wyniki badań doświadczalnych prowadzonych w ostatnich latach wykazały, że w przypadku śmierci komórki zwojowej w przebiegu jaskry pierwsze zmiany stwierdza się w dendrytach tych komórek (w warstwie spłotowatej wewnętrznej), później w ich jądrach, a następnie we włóknach nerwowych (neurytach) (13, 14). Za pomocą badania GCC jest oceniana grubość całego kompleksu komórki zwojowej (w tym m.in. dendrytów). Za pomocą badań RNFL, GDx, ONH i HRT są oceniane przede wszystkim włókna nerwowe. Badanie GCC jest zatem jedyną metodą diagnostyczną analizującą także tę część komórki zwojowej, od której zaczyna się uszkodzenie jaskrowe.

W diagnostyce jaskry badanie OCT jest stosowane dopiero od kilku lat, dlatego też zarówno dokładność, jak i wartość diagnostyczna różnych metod, w których ta technika jest wykorzystywana, wymagają dalszych badań.

Pismienictwo:

- Glovinsky Y, Quigley HA, Pease ME: *Foveal ganglion cell loss in size dependent experimental glaucoma*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1993; 5: 395–400.

2. Moreno PA, Konno B, Lima VC, Castro DPE, Castro LC, Leite MT, et al.: *Spectral-domain optical coherence tomography for early glaucoma assessment: analysis of macular ganglion cell complex versus peripapillary retinal nerve fiber layer*. Can J Ophthalmol. 2011 Dec; 46(6): 543–547.
3. Sung KR, Sun JH, Na JH, Lee JY, Lee Y: *Progression detection capability of macular thickness in advanced glaucomatous eyes*. Ophthalmology. 2012 Feb; 119(2): 308–313.
4. Mwanza JC, Oakley JD, Budenz DL, Knight OJ, Feuer WJ, et al.: *Macular ganglion cell-inner plexiform layer: automated detection and thickness reproducibility with spectral domain-optical coherence tomography in glaucoma*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011 Oct 21; 52(11): 8323–8329.
5. Mwanza JC, Durbin MK, Budenz DL, Sayyad FE, Chang RT, Neelakantan A, et al.: *Glaucoma diagnostic accuracy of ganglion cell-inner plexiform layer thickness: a comparison with nerve fiber layer and optic nerve head*. Ophthalmology. 2012; 119: 1151–1158.
6. Na JH, Sung KR, Baek S, Kim YJ, Durbin MK, Lee HJ, et al.: *Detection of glaucoma progression by assessment of segmented macular thickness data obtained using spectral domain optical coherence tomography*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012 Jun 20; 53(7): 3817–3826.
7. Naghizadeh F, Garas A, Vargha P, Hollo G: *Detection of early glaucomatous progression with different parameters of the RTvue optical coherence tomograph*. J Glaucoma. 2014; 23: 195–198.
8. Bhagat PR, Deshpande KV, Natu B: *Utility of ganglion cell complex analysis in early diagnosis and monitoring of glaucoma a using a different spectral domain optical coherence tomography*. J Curr Glaucoma Pract. 2014; 8: 101–106.
9. Rao HL, Zangwill LM, Weinreb RN, Samples PA, Alencar LM, Medeiros FA, et al.: *Comparison of different spectral domain optical coherence tomography scanning areas for glaucoma diagnosis*. Ophthalmology. 2010; 117: 1692–1699.
10. Werkstein RM, Popa Cherecheanu A, Garhofer G, Schmidl D, Schmetterer L: *Imaging of retinal ganglion cells in glaucoma: pitfalls*. Cell Tissue Res. 2013; 353: 261–268.
11. Bertuzzi F, Benatti E, Esempio G, Rulli E, Miglior S: *Evaluation of retinal nerve fiber layer thickness for glaucoma detection: GDxECC versus spectral-domain OCT*. J Glaucoma. 2014; 23: 232–239.
12. Tan O, Chopra JV, Tzu-Hui Lu A, Schuman JS, Ishikawa H, Wollstein G, et al.: *Detection of Macular Ganglion cell loss in glaucoma by Fourier-Domain optical coherence tomography*. Ophthalmology. 2009; 116: 2305–2314.
13. Liu M, Duggan J, Salt Liu TE, Cordeiro MF: *Dendritic changes in visual pathways in glaucoma and other neurodegenerative conditions*. Exp Eye Res. 2011; 92: 244–250.
14. Feng L, Zhao Y, Yoshida M, Chen H, Yang JF, Kim TS, et al.: *Sustained ocular hypertension induces dendritic degeneration of mouse retinal ganglion cells that depends on cell type and location*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013; 54: 1106–1117.

Adres do korespondencji/ Reprint requests to:

prof. dr hab. n. med. Marek E. Prost (e-mail: marekprost@wp.pl)
 Klinika Okulistyczna WIML w Warszawie
 ul. Krasińskiego 54/56, 01-755 Warszawa

OFTAL Sp. z o.o.

poleca



Anna Skłodowska, Małgorzata Zaraś,
 Maciej Jochemczyk, Jerzy Szaflik

Zwyrodnienie plamki związane z wiekiem w badaniach obrazowych

Wstęp

- I. Sucha postać AMD
- II. Wysiękowa postać AMD
- III. Inne formy AMD

Słownik skrótów

Piśmiennictwo

Format 290 x 205 mm, oprawa twarda, szyta, papier – kreda, 72 strony, kolorowe ilustracje.

Książkę można nabyć w redakcji OKULISTYKI – 38 PLN brutto,

a także w formie wysyłkowej po wpłaceniu 43 PLN (w tym koszty wysyłki) na konto wydawcy:

BPH PBK S.A. Oddział w Warszawie, Świętokrzyska 12

Nr: 39 1060 0076 0000 3200 0043 4563 Oftal Sp. z o. o. (z dopiskiem atlas AMD)