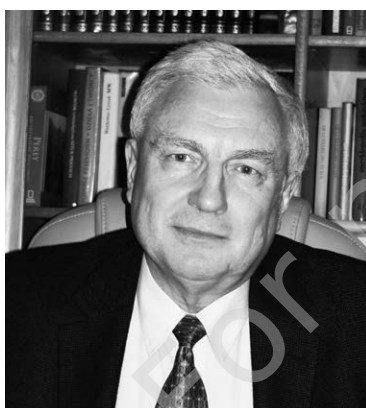


Porównanie czułości metod BMO-MRW, GCC, ONH i RNFL w diagnostyce i ocenie leczenia jaskry młodzieńczej

Comparison of the sensitivity of the BMO-MRW, GCC, ONH and RNFL methods in the diagnosis and treatment evaluation of juvenile glaucoma

Marek E. Prost

Klinika Okulistyczna, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Warszawa
Kierownik Kliniki: dr n. med. Radosław Różycki
Centrum Okulistyki Dziecięcej w Warszawie
Kierownik: dr n. med. Ewa Oleszczyńska-Prost



NAJWAŻNIEJSZE

Najbardziej czułą metodą oceny stopnia uszkodzenia włókien nerwowych w badaniach OCT w jaskrze młodzieńczej jest GCC. BMO-MRW ma mniejszą czułość, ale może być wartościowa we wczesnej diagnostyce i ocenie progresji zmian jaskrowych.

HIGHLIGHTS

The most sensitive method of the degree of nerve fiber damage in OCT studies in juvenile glaucoma is GCC. BMO-MRW is slightly less sensitive, but may be a valuable diagnostic method in early diagnosis and assessment of the progression of glaucoma lesions.

STRESZCZENIE

BMO-MRW jest nowym parametrem badań SOCT, który został wprowadzony w ostatnich latach w diagnostyce jaskrowego uszkodzenia włókien nerwowych siatkówki na tarczy nerwu wzrokowego.

Celem niniejszej pracy jest porównanie czułości tej metody z innymi stosowanymi metodami oceny uszkodzenia włókien nerwowych u pacjentów z jaskrą młodzieńczą.

Badania przeprowadzono u 20 chorych na jaskrę młodzieńczą w wieku 5–16 lat. U wszystkich wykonywano pomiary stopnia uszkodzenia włókien nerwowych siatkówki za pomocą metod BMO-MRW, GCC, ONH i RNFL. Badania wykonywano co 3 miesiące w czasie 1,5-roczonej obserwacji tych pacjentów.

Wyniki tych badań wskazują, że najbardziej czułymi metodami stopnia uszkodzenia włókien nerwowych w jaskrze młodzieńczej są GCC i BMO-MRW, mniej czułą jest RNFL zaś najmniej czułą – metoda ONH.

Słowa kluczowe: jaskra młodzieńcza, BMO-MRW, GCC, ONH, RNFL, porównanie czułości diagnostycznej

ABSTRACT

BMO-MRW is a new SOCT parameter that has been introduced in recent years in the diagnosis of glaucomatous damage to optic retinal nerve fibers on the optic disc.

The aim of this study is to compare the sensitivity of this method with other methods used to evaluation of the retinal nerve fibres damage in patients with juvenile glaucoma.

The study was conducted in 20 patients with juvenile glaucoma, aged 5–16 years. In all of them, the degree of retinal nerve fibers damage was measured using BMO-MRW, GCC, ONH and RNFL methods. The examinations were performed every 3 months during a 1.5-year follow-up of these patients.

The results of these studies indicate that the most sensitive method of the degree of retinal nerve fibers damage in juvenile glaucoma is GCC and BMO-MRW, the less sensitive RNFL and at least sensitive is the ONH method.

Key words: juvenile glaucoma, BMO-MRW, GCC, ONH, RNFL, comparison of diagnostic sensitivity

WSTĘP

Jaskra młodzieńcza to rodzaj jaskry pierwotnej otwartego kąta rozpoczynający się między 3. r.ż. a 16. r.ż. Uważa się, że występowanie tej postaci jaskry jest związane z mutacją genu *MYOC 1q23-q24* kodującego białko zwane miocyliną. Miocylina odpowiada za zmiany w strukturze siateczki beleczkowania w kącie tęczówkowo-rogowkowym, jej nadmierna ekspresja może powodować zwiększenie oporów odpływu cieczy wodnistej z oka [1]. Prognoza dotycząca zachowania widzenia jest w tej chorobie dobra, o ile leczenie zostanie podjęte na wczesnym jej etapie.

Podobnie jak inne rodzaje jaskry postać młodzieńcza jest progresywną neuropatią wzrokową charakteryzującą się postępującą śmiercią komórek zwojowych siatkówki (RGC, *retinal ganglion cells*) [2, 3]. RGC znajdują się w wewnętrznych warstwach siatkówki. Ich dendryty są umiejscowione w warstwie spłotowatej wewnętrznej, jądra w warstwie komórek zwojowych, zaś aksony w warstwie włókien nerwowych siatkówki. W badaniach metodą optycznej koherentnej tomografii (OCT, *optical coherence tomography*) akson, jądro i dendryty komórki zwojowej (czyli warstwa włókien nerwowych, komórek zwojowych i spłotowata wewnętrzna siatkówki) są określane jako kompleks komórki zwojowej (GCC, *ganglion cell complex*).

W ciągu ostatnich lat nasze możliwości diagnostyczne dotyczące oceny stopnia uszkodzenia jaskrowego znacznie się zwiększyły. Obecnie dysponujemy następującymi klinicznymi metodami diagnostycznymi:

- standardowe badanie pola widzenia (SAP, *standard automated perimetry*)
- badanie pola widzenia metodą *blue on yellow* (SWAP, *short-wavelength automated perimetry*)
- badanie pola widzenia metodą zdwojonej częstotliwości (FDT, *frequency-doubling technology*)
- ocena grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy nerwu II metodą badania ich polaryzacji – dwójłomności (GDx)

- ocena topografii tarczy nerwu II (HRT [*Heidelberg retinal tomograph*], OCT-ONH [*optical coherence tomography-optic nerve head*])
- ocena grubości warstwy włókien nerwowych wokół tarczy nerwu II (HRT, OCT-RNFL [*optical coherence tomography-retinal nerve fiber layer*])
- ocena grubości neuronu komórki zwojowej siatkówki (kompleksu komórki zwojowej) (OCT-GCC)
- elektroretinogram stymulowany wzorcem (PERG, *pattern electroretinogram*).

Metody te mają jednak różną czułość i specyficzność. Istnieją również ograniczenia w ich stosowaniu u chorych, np. w przypadku GCC na otrzymane wyniki mają wpływ zmiany w plamce, przy warstwie włókien nerwowych siatkówki (RNFL, *retinal nerve fiber layer*) zmiany okołotarczowe, zaś przy obrazowaniu tarczy nerwu wzrokowego (ONH, *optic nerve head*) problemem jest ocena granic tarczy u pacjentów z krótkowzrocznością, zespołem nachylonej tarczy i w anomaliach wrodzonych. Ograniczeniami badań pola widzenia są: ich subiektywność, długi czas wykonania oraz to, że większa część innych badań diagnostycznych pokazuje zmiany preperymetryczne.

Nowym parametrem badań OCT, który został wprowadzony w 2014 r. do diagnostyki jaskrowego uszkodzenia włókien nerwowych na tarczy nerwu wzrokowego, jest otwór błony Brucha – minimalna szerokość rąbka (BMO-MRW, *Bruch membrane opening – minimal rim width*) [4]. W metodzie tej są wykonywane pomiary grubości warstwy włókien nerwowych rąbka (pierścienia) nerwowo-siatkówkowego na granicy otworu błony Brucha w różnych południkach tarczy nerwu II (ryc. 1). Obrazowanie końca błony Brucha pozwala na o wiele lepsze określenie rzeczywistych granic tarczy nerwu II niż „klinicznie widzialne” lub oceniane przez aparaturę granice tarczy w różnych metodach diagnostycznych. Jak wspomniano, w niektórych chorobach (krótkowzroczność, zespół nachylonej tarczy, wrodzone

anomalie) granice kliniczne tarczy są bardzo trudne do określenia. Parametr MRW jest mierzony jako najkrótsza odległość między końcem błony Brucha a błoną graniczną wewnętrzną (powierzchnią warstwy włókien nerwowych) (ryc. 2). Zazwyczaj jest to linia prostopadła do powierzchni warstwy włókien nerwowych. Pomiary są wykonywane w skanach radialnych różnych części tarczy nerwu wzrokowego.

Wykonane badania kliniczne wykazały, że BMO-MRW jest obiektywnym i cennym narzędziem diagnostycznym oceniającym stopień uszkodzenia włókien nerwowych siatkówki na tarczy nerwu wzrokowego [5–17]. W wielu badaniach stwierdzono, że BMO-MRW jest bardziej czułym i specyficznym parametrem uszkodzenia jaskrowego niż pole widzenia, ONH i RNFL [5–17].

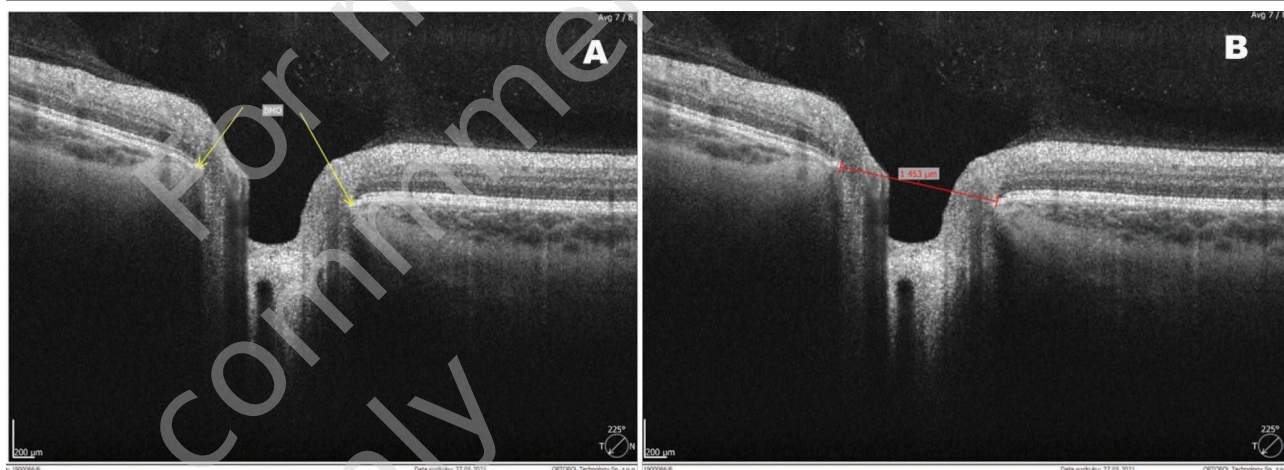
Celem niniejszej pracy jest porównanie czułości metody BMO-MRW z innymi stosowanymi metodami oceny uszkodzenia włókien nerwowych siatkówki u osób z jaskrą młodzieńczą.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono u 20 pacjentów w wieku 5–16 lat z jaskrą młodzieńczą. U wszystkich wykonywano pomiary stopnia uszkodzenia włókien nerwowych za pomocą metod BMO-MRW, GCC, ONH i RNFL. Badania przeprowadzono co 3 miesiące w czasie 1,5-roczonej obserwacji tych chorych.

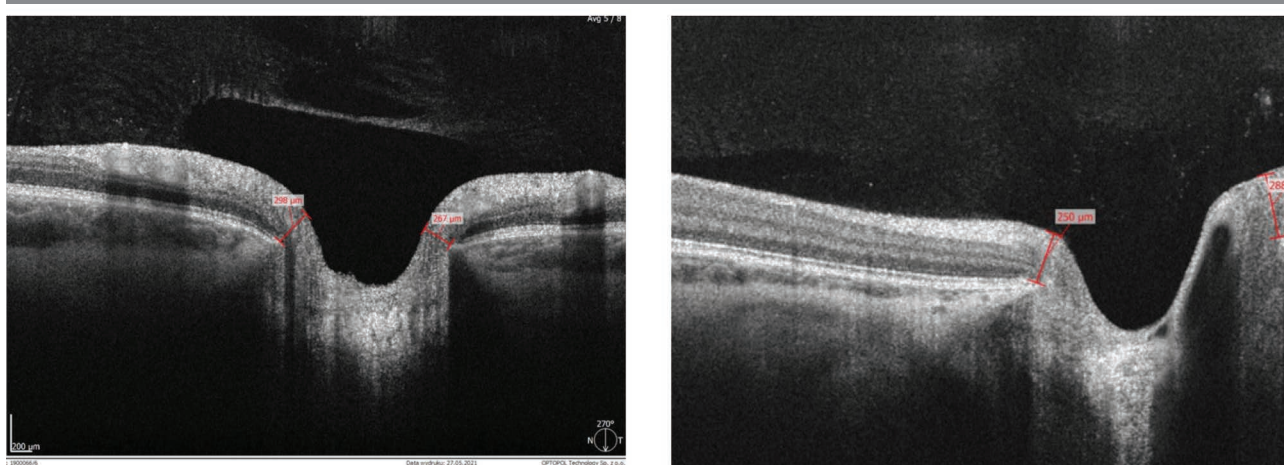
RYCINA 1

Granice błony Brucha w badaniu SOCT. A. Granice błony zaznaczone żółtymi strzałkami. B. Pomiar szerokości otworu błony (czerwona linia).



RYCINA 2

Pomiar grubości warstwy włókien nerwowych na tarczy nerwu wzrokowego metodą BMO-MRW u pacjentów z jaskrą młodzieńczą.



Badania BMO-MRW, RNFL i ONH wykonywano aparatem REVO FC firmy Optopol (Polska). Do pomiarów BMO-MRW wykorzystywano tryb *disc radial*, który wykonuje 16 skanów radialnych tarczy co 22,5°. Na otrzymanych skanach mierzono grubość warstwy włókien nerwowych na obu końcach błony Brucha w każdym z 16 radialnych skanów (w sumie 32 pomiary). Wynik nieprawidłowy badania przyjmowano wówczas, gdy grubość włókien nerwowych była cieńsza o 10% przynajmniej w dwóch radialnych skanach w porównaniu z grupą kontrolną. Ponieważ aparat REVO FC nie ma bazy danych do oceny badań BMO-MRW, przed rozpoczęciem badań określono prawidłowe wartości BMO-MRW u 20 zdrowych osób w wieku 5–16 lat (jedynym obecnie aparatem umożliwiającym automatyczną ocenę BMO-MRW i porównanie z bazą danych jest Spectralis firmy Heidelberg Engineering (moduł Glaucoma Module Premium Edition).

Badania GCC wykonywano aparatem iVue firmy Optovue (USA) ze względu na możliwość oceny współczynników FLV i GLV. W badaniu GCC oceniano następujące współczynniki: grubość kompleksów komórek zwojowych w górnej i dolnej hemisferze, FLV i GLV. Wynik nieprawidłowy badania przyjmowano wówczas, gdy wynik jednego z powyższych pomiarów był nieprawidłowy.

Do oceny wyników badań i oceny progresji zmian w badaniach GCC, RNFL i ONH wykorzystywano automatyczne narzędzia diagnostyczne znajdujące się na wyposażeniu aparatów REVO FC i iVUE.

Ponieważ ww. metody oceniają różne struktury anatomiczne siatkówki i nerwu II (tab. 1) oraz brak jest jednej metody referencyjnej, do której można by było porównać wyniki (jak np. tonometria Goldmanna w badaniu ciśnienia śródgałkowego), do oceny czułości badanych metod diagnostycznych zastosowano następujące metody:

- ocena stopnia uszkodzenia włókien nerwowych w różnych badaniach na początku okresu obserwacji (im większy stopień uszkodzenia, tym – przypuszczalnie – czulsza metoda)
- ocena progresji zmian w czasie 1,5-roczych obserwacji w różnych metodach badań (im większa progresja, tym – przypuszczalnie – czulsza metoda)
- porównanie zmiany grubości włókien nerwowych w mikrometrach (BMO-MRW i RNFL), a także grubości kompleksów komórek zwojowych (GCC) oraz powierzchni rąbka nerwowo-siatkówkowego (mm²) w czasie 1,5 roku obserwacji (do oceny istotności zmian zastosowano program Statistica).

TABELA 1

Struktury anatomiczne siatkówki oceniające różne metody badania stopnia uszkodzenia jaskrowego.

Metoda	Ocena struktur anatomicznych
BMO-MRW	grubość włókien nerwowych na granicy otworu błony Brucha na tarczy nerwu II
GCC	grubość kompleksu komórek zwojowych w plamce
RNFL	grubość warstwy włókien nerwowych wokół tarczy nerwu II
ONH	topografia tarczy (zagłębienie, szerokość i powierzchnia rąbka nerwowo-siatkówkowego)

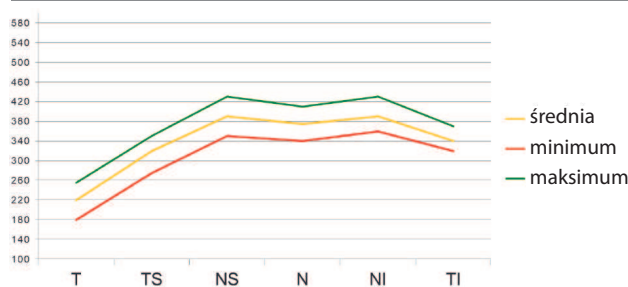
BMO-MRW (*Bruch membrane opening – minimal rim width*) – otwór błony Brucha – minimalna szerokość rąbka; GCC (*ganglion cell complex*) – kompleks komórek zwojowych; ONH (*optic nerve head*) – obrazowanie tarczy nerwu wzrokowego; RNFL (*retinal nerve fiber layer*) – warstwa włókien nerwowych siatkówki.

WYNIKI

U wszystkich chorych w trakcie przeprowadzanych co 3 miesiące badań nie stwierdzono podwyższonego ciśnienia śródgałkowego, jak również zmian w przednim i tylnym odcinku oka. Wartości BMO-MRW uzyskane podczas pomiarów u zdrowych osób przedstawiono w tabeli 2. Włókna nerwowe były najgrubsze od góry i dołu, zaś najcieńsze od skroni, co wynika z tego, że skroniową część tarczy tworzą tylko włókna z plamki, zaś górną i dolną część zarówno włókna górne i dolne, jak i skroniowe, omijające łukowato plamkę.

TABELA 2

Wartości BMO-MRW u zdrowych dzieci.



N – część nosowa tarczy; NI – część nosowo-dolna tarczy; NS – część nosowo-górna tarczy; T – część skroniowa tarczy; TI – część skroniowo-dolna tarczy; TS – część skroniowo-górna tarczy.

Wyniki badań u chorych z jaskrą młodzieńczą przedstawiono w tabelach 3 i 4.

TABELA 3

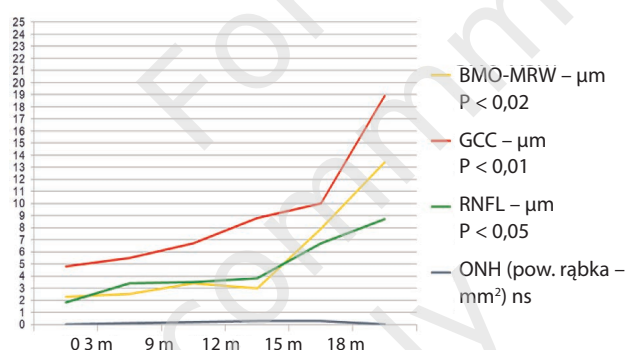
Odsetek chorych, u których stwierdzono uszkodzenie włókien nerwowych na początku okresu obserwacji oraz po 1,5 roku obserwacji (progresja zmian w czasie).

	BMO-MRW	GCC	RNFL	ONH
Na początku okresu obserwacji	10%	15%	5%	5%
Po 1,5 roku	15%	25%	10%	5%

BMO-MRW (*Bruch membrane opening – minimal rim width*) – otwór błony Brucha – minimalna szerokość rąbka; GCC (*ganglion cell complex*) – kompleks komórki zwojowej; ONH (*optic nerve head*) – obrazowanie tarczy nerwu wzrokowego; RNFL (*retinal nerve fiber layer*) – warstwa włókien nerwowych siatkówki.

TABELA 4

Zmiany BMO-MRW, GCC, RNFL i ONH po 1,5 roku obserwacji chorych.



BMO-MRW (*Bruch membrane opening – minimal rim width*) – otwór błony Brucha – minimalna szerokość rąbka; GCC (*ganglion cell complex*) – kompleks komórki zwojowej; ns – nieistotne statystycznie; ONH (*optic nerve head*) – obrazowanie tarczy nerwu wzrokowego; P – istotność zmian; RNFL (*retinal nerve fiber layer*) – warstwa włókien nerwowych siatkówki.

U 20 pacjentów z jaskrą młodzieńczą w czasie pierwszego pomiaru nieprawidłowe wyniki stwierdzono w badaniu GCC u 15%, BMO-MRW u 10%, zaś w badaniach RNFL i ONH u 5% chorych (tab. 2). Po 1,5-roczej obserwacji nieprawidłowe wyniki odnotowano u 25% pacjentów w badaniach GCC, u 15% w BMO-MRW, u 10% w RNFL, zaś w badaniu ONH wyniki były identyczne. Stopień uszkodzenia jaskrowego w badanej grupie chorych nie był duży. Porównanie grubości włókien nerwowych (RNFL i BMO-MRW) i kompleksów komórek zwojowych (GCC) oraz powierzchni rąbka nerwowo-siatkówkowego (ONH) wykazało największe zmiany w badaniu GCC, nieco mniejsze w BMO-MRW i najmniejsze w badaniu RNFL. Zmiany te były istotne statystycznie na różnych poziomach istotności (tab. 4).

Nie stwierdzono natomiast istotnych zmian w powierzchni rąbka nerwowo-siatkówkowego w badaniu ONH.

DYSKUSJA

Wyniki niniejszej pracy wskazują, że czułość różnych metod oceny uszkodzenia komórek nerwowych siatkówki w jaskrze młodzieńczej jest różna. Najbardziej czułymi metodami są GCC i BMO-MRW, mniej czułą RNFL, zaś najmniej czułą – metoda ONH. Znajduje to potwierdzenie w wynikach opublikowanych prac innych autorów. Publikacje te dotyczyły innych postaci jaskry (jaskra z otwartym kątem u dorosłych), ale ich wyniki odnoszą się zapewne również do jaskry młodzieńczej. Badania wielu autorów wykazały, że zmiany w BMO-MRW występują wcześniej niż zmiany w RNFL u pacjentów z jaskrą z otwartym kątem [6, 8, 10–13]. W innych badaniach klinicznych stwierdzono, że wyniki oceny grubości warstwy włókien nerwowych siatkówki za pomocą BMO-MRW i RNFL są porównywalne u chorych na jaskrę [7, 15, 16] oraz u zdrowych osób [17]. Wykazano również, że BMO-MRW lepiej ocenia stan nerwu wzrokowego niż ONH u pacjentów z jaskrą oraz u zdrowych osób [11].

Zmiany grubości włókien nerwowych w BMO-MRW w przebiegu jaskry pojawiają się wcześniej niż zmiany w polu widzenia. Park i wsp. stwierdzili, że pierwsze zmiany w polu widzenia występują u chorych, jeżeli w badaniu BMO-MRW dojdzie do uszkodzenia 26% włókien nerwowych na tarczy nerwu II [5]. Również Mizumoto i wsp. obserwowali, że zmiany parametrów BMO-MRW występują wcześniej niż zmiany w polu widzenia [12].

W dostępnej literaturze nie znaleziono publikacji dotyczących zastosowania metody BMO-MRW w jaskrze młodzieńczej oraz porównania czułości GCC i BMO-MRW w jaskrze. Dlatego też celem niniejszej pracy jest porównanie czułości metody BMO-MRW z innymi stosowanymi metodami oceny uszkodzenia włókien nerwowych siatkówki u chorych z tą postacią jaskry. Przeprowadzone badania wykazały, że najbardziej czułymi metodami są GCC i BMO-MRW, mniej czułą RNFL, zaś najmniej czułą – metoda ONH. Wyniki te są zgodne z rezultatami poprzedniej pracy autora, w której porównano czułość metod GCC, RNFL i ONH w diagnostyce i ocenie progresji jaskry młodzieńczej [18]. Jakie są przyczyny, że GCC okazały się najczulsze w ocenie stopnia uszkodzenia komórek zwojowych? Ukazało się ostatnio wiele publikacji histopatologicznych, których wyniki dokumentują, że w przebiegu jaskry pierwszym uszkodzeniem jest zanik dendrytów komórek zwojowych [3]. GCC to natomiast jedyne badanie, w którym jest badany cały kompleks komórek zwojowych, a więc dendryty, jądra komórkowe i neuryty.

W trakcie przeprowadzanych co 3 miesiące badań nie stwierdzono podwyższonego ciśnienia śródgałkowego. Mimo to u części pacjentów doszło do progresji zmian

w badaniach OCT. Przemawia to za niecałkowitą wiarygodnością stosowania leków przez chorych [19].

BMO-MRW może być wartościową metodą w ocenie progresji zmian jaskrowych w jaskrze młodzieńczej. Badanie to znajdzie zastosowanie przede wszystkim u pacjentów ze zmianami w płamce (GCC jest wtedy niewiarygodne) lub w zmianach okołotarczowych siatkówki, chorobach ze zmianami na tarczy (krótkowzroczność, zespół nachylonej tarczy, wrodzone anomalie tarczy itp., które mają wtedy wpływ na uzyskane wyniki badań RNFL). Dlatego też BMO-MRW może być cennym uzupełnieniem naszych możliwości oceny progresji uszkodzenia komórek zwojowych w jaskrze w sytuacjach, kiedy istnieją ograniczenia w stosowaniu innych metod OCT.

Należy jednak podkreślić, że na otrzymane wyniki badań mogło mieć wpływ to, iż w aparacie SOCT, który został użyty do badań BMO-MRW, nie ma obecnie możliwości automatycznej oceny BMO-MRW i porównania z bazą danych (jedynym takim aparatem jest obecnie Spectralis firmy Heidelberg Engineering). Z tego względu autor pracy musiał stworzyć własną bazę danych do oceny wyników. Również stopień uszkodzenia włókien nerwowych u badanych chorych nie był duży, dlatego też wyniki te mogłyby być inne w przypadku zaawansowanej jaskry.

Należy także zaznaczyć, że wyniki otrzymane w badaniach wykonanych aparatami SOCT różnych firm mogą się nieco różnić między sobą. Istnieją bowiem pewne różnice techniczne między aparatami, są stosowane inne oprogramowania do oceny mierzonych parametrów, jak również inna jest baza danych. Metody OCT stosowane do oceny uszkodzenia jaskrowego (BMO-MRW, GCC, ONH i RNFL) oceniają różne struktury anatomiczne siatkówki i nerwu II i dlatego wyniki badań mogą się różnić. A więc najlepiej, aby w ocenie progresji jaskry u danego chorego stosować tę samą metodę i urządzenie OCT.

PODSUMOWANIE

Należy stwierdzić, że:

1. Wyniki niniejszych badań wskazują, że najbardziej czułą metodą oceny stopnia uszkodzenia włókien nerwowych siatkówki w badaniach OCT w jaskrze młodzieńczej jest GCC, nieco mniej czułą BMO-MRW, jeszcze mniej czułą RNFL, zaś najmniej czułą – metoda ONH.
2. BMO-MRW może być wartościową metodą diagnostyczną we wczesnej diagnostyce i ocenie progresji zmian jaskrowych w jaskrze młodzieńczej.

Źródło rycin: Wszystkie ryciny pochodzą z materiałów własnych autora.

ADRES DO KORESPONDENCJI

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

Klinika Okulistyczna,
Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej
01-755 Warszawa, ul. Krasińskiego 54/56
e-mail: marekprost@wp.pl

ORCID

Marek E. Prost – ID – <http://orcid.org/0000-0002-5620-4171>

Piśmiennictwo

1. Allingham RR, Liub Y, Rheec DJ. The genetics of primary open-angle glaucoma: A review. *Exp Eye Res.* 2009; 88: 837-44.
2. Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1989; 107: 453-64.
3. Prost M, Wasyluk J. Histopatologia uszkodzenia komórki zwojowej siatkówki a diagnostyka i monitorowanie progresji jaskry. *Ophthalmotherapy.* 2017; 4(1): 36-41.
4. Gardiner SK, Ren R, Yang H et al. 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: 540-9.
5. Park K-H, Lee L-W, Kim J-M et al. Bruch's membrane opening-minimum rim width and visual field loss in glaucoma: a broken stick analysis. *Int J Ophthalmol.* 2018; 11: 828-34.
6. Cho H-K, Kee C. Rate of change in Bruch's Membrane Opening-Minimum Rim Width and peripapillary RNFL in early normal tension glaucoma. *J Clin Med.* 2020; 9: 1-13.

7. Bambo MP, Fuentemilla E, Cameo B et al. Diagnostic capability of a linear discriminant function applied to a novel Spectralis OCT glaucoma-detection Protocol. *BMC Ophthalmology*. 2020; 20(35): 1-8.
8. Chauhan BC, O'Leary N, Al Mobarak FA et al. Enhanced detection of open-angle glaucoma with an anatomically accurate optical coherence tomography-derived neuroretinal rim parameter. *Ophthalmology*. 2013; 120: 535-43.
9. Park DY, Lee DJ, Han JC et al. Applicability of ISNT Rule Using BMO-MRW to Differentiate Between Healthy and Glaucomatous Eyes. *J Glaucoma*. 2018; 27: 610-6.
10. Park K, Kim J, Lee J. The relationship between Bruch's Membrane Opening-Minimum Rim Width and Retinal Nerve Fiber Layer thickness and a new index using a neural network. *TVST*. 2018; 7(4): 1-17.
11. Pollet-Villard F, Chiquet C, Romanet J-P et al. Structure-function relationships with spectral domain optical coherence tomography retinal nerve fiber layer and optic nerve head measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014; 55: 2953-62.
12. Mizumoto K, Goshō M, Zako M. Correlation between optic nerve head structural parameters and glaucomatous visual field indices. *Clin Ophthalmol*. 2014; 8: 1203-8.
13. Rebolleda E, Casado A, Oblanca N. The new Bruch's Membrane Opening – Minimum Rim Width classification improves optical coherence tomography specificity in tilted discs. *Clin Ophthalmol*. 2016; 10: 2417-25.
14. Park K-H, Lee J-W, Kim J-M et al. Bruch's membrane opening-minimum rim width and visual field loss in glaucoma: a broken stick analysis. *J Clin Ophthalmol*. 2018; 11: 828-34.
15. Gmeiner JMD, Schrems WA, Mardin CY. Comparison of Bruch's membrane opening minimum rim width and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in early glaucoma assessment. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57: 575-84.
16. Li R, Wang X, Wei Y et al. Diagnostic capability of different morphological parameters for primary open-angle glaucoma in the Chinese population. *BMC Ophthalmology*. 2021; 21(151): 1-9.
17. Zangalli CS, Reis ASC, Vianna JR et al. Interocular asymmetry of Minimum Rim Width and Retinal Nerve Fiber Layer thickness in healthy Brazilian individuals. *J Glaucoma*. 2018; 27: 1136-41.
18. Prost M. Przydatność różnych metod optycznej koherentnej tomografii w diagnostyce jaskry i ocenie jej progresji. *Okulistyka*. 2015; 2: 43-8.
19. Prost E, Szot M, Dudek D et al. Wiarygodność stosowania leków jako problem terapeutyczny w leczeniu jaskry w Polsce. *Okulistyka*. 2009; 1: 26-9.

Konflikt interesów:

Nie występuje.

Finansowanie:

Nie występuje.

Etyka:

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

Conflict of interest:

None.

Financial support:

None.

Ethics:

The content presented in the article complies with the principles of the Helsinki Declaration, EU directives and harmonized requirements for biomedical journals.