

(26)

# Optyczna koherentna tomografia w diagnostyce schorzeń siatkówki u dzieci i młodzieży

## Optical coherence tomography in diagnosis of retinal diseases in children and adolescents

**Małgorzata Mrugacz, Alina Bakunowicz-Łazarczyk**

Z Kliniki Okulistyki Dziecięcej Akademii Medycznej w Białymstoku  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Alina Bakunowicz-Łazarczyk

**Summary:** This report describes the new optical technique of optical coherence tomography (OCT) for imaging eye fundus. OCT is noninvasive, capable of high-resolution of 10 to 17  $\mu\text{m}$  imaging of biological tissue. It has been used, to investigate several ocular diseases in children and adolescents. These include macular disease, glaucoma, optic nerve disorders, and myopia.

**Słowa kluczowe:** optyczna koherentna tomografia, choroby siatkówki.

**Key words:** optical coherence tomography, retinal diseases.

OCT jest nową bezkontaktową, nieinwazyjną techniką, która obrazuje strukturę przedniego i tylnego odcinka oka *in vivo* z rozdzielczością od 10 do 17  $\mu\text{m}$  (1,11). OCT jest badaniem analogicznym do tomografii komputerowej, wykorzystującej promieniowanie X, oraz rezonansu magnetycznego i ultrasonografii typu B. Obrazy tomograficzne otrzymuje się metodą koherentnej interferometrii z wykorzystaniem źródła światła w postaci diody superluminescencyjnej emitującej promieniowanie w zakresie 850 nm. Badanie siatkówki metodą OCT jest podobne do badania pośredniego w biomikroskopie z użyciem soczewki 78-D Volk (13).

### Uzyskiwanie skanów

Do uzyskania skanów umożliwiających obrazowanie tarczy nerwu wzrokowego i siatkówki wykorzystuje się optyczny koherentny tomograf firmy Zeiss. Badanie wykonywane jest po uprzednim rozszerzeniu źrenicy i stwierdzeniu przejrzystości ośrodków optycznych. Znaczne utrudnienie, szczególnie w przypadku badania małych dzieci, stanowi uzyskanie przez nie prawidłowej fiksacji. Eliminacja ruchów gałek ocznych decyduje o jakości uzyskanych obrazów i wpływa na centralne położenie skanu na dnie oka. U dzieci istnieje w związku z tym konieczność powtarzania badania, co wpływa na dekoncentrację małych pacjentów i wydłużenie czasu trwania badania.

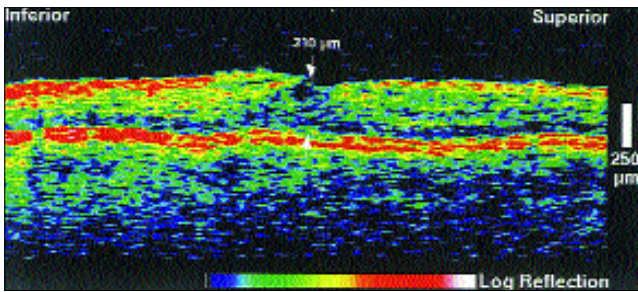
### Analiza skanów

W celu właściwej identyfikacji poszczególnych struktur uzyskanych skanów wykorzystuje się kodowanie właściwości optycznych tkanki za pomocą pseudokolorów: warstwy o żywej czerwonej barwie odpowiadają strukturalom o wysokim współczynniku odbicia,

natomiast barwy: żółta, zielona, niebieska i czarna – obszarom o coraz niższym współczynniku odbicia. Stąd też warstwa włókien nerwowych oraz nabłonek barwnikowy siatkówki są barwy czerwonej, czopki zaś i pręciki są czarne (9).

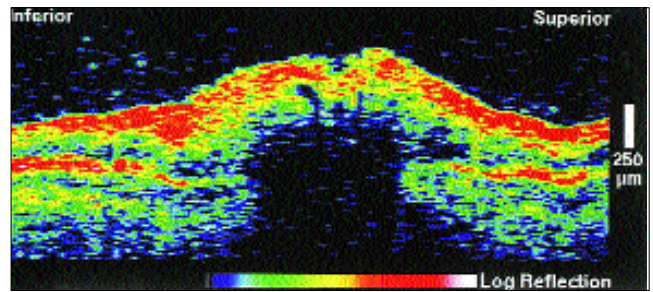
Właściwą analizę tomogramów umożliwia 5 podstawowych funkcji pomiarowych:

1. Grubość siatkówki (Retinal Thickness) – pomiar grubości siatkówki między ciałem szklistym a zewnętrzną warstwą nabłonka barwnikowego siatkówki. Jest to funkcja opracowana przede wszystkim dla skanów liniowych.
2. Mapa siatkówki (Retinal Map) – funkcja dostępna jedynie po wykonaniu grupy 6 radialnie ustawionych skanów liniowych. Wynik może być przedstawiony w postaci kolorowej mapy (jaśniejsze kolory oznaczają większą grubość) lub jako prezentacja numeryczna (średnia grubość w poszczególnych sektorach wyrażona w  $\mu\text{m}$ ).
3. Grubość warstwy włókien nerwowych (Retinal Nerve Fiber Layer Thickness – RNFL) – funkcja zaprojektowana z myślą o skanach w kształcie koła jako skan obrysujący tarczę nerwu wzrokowego. Skan wykonywany jest zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara.
4. Mapa grubości RNFL – pomiar możliwy jest po wykonaniu 6 koncentrycznych skanów kołowych o wzrastającym promieniu. Grubość RNFL wyliczana jest osobno dla każdego ze skanów i na tej podstawie tworzona jest barwna mapa grubości RNFL.
5. Funkcja uśredniania grubości RNFL (RNFL Average) – funkcja jest dostępna po wykonaniu szeregu skanów kołowych, charakteryzujących się tymi samymi wymiarami. Wynik prezentowany jest w postaci wykresu średniej dla każdego skanu.



Ryc. 1. Linijny skan siatkówki pacjenta z kliniczną diagnozą zapalenia części pośredniej błony naczyniowej. Przedstawia zniesienie prawidłowego obrysu siatkówki i niewielką cystę w centrum siatkówki. Grubość dołeczka – 310  $\mu\text{m}$ .

Fig. 1. A vertical macular tomogram of patient with clinical diagnosis of intermediate uveitis demonstrated loss of the contour of the fovea and a small cyst directly in the central macula. The foveal thickness – 310  $\mu\text{m}$ .



Ryc. 2. Okrężny skan tarczy nerwu wzrokowego 16-letniego pacjenta z rozpoznaniem klinicznym guza rzekomego mózgu. Przedstawia wystawanie obrysu tarczy nerwu wzrokowego, współistniejące z obrzękiem tarczy.

Fig. 2. A circular OCT scan of 16-year-old patient with clinical diagnosis of pseudotumor cerebri showed protrusion of the disc contour consistent with papilledema.

## Wskazania do badania OCT

### I. Schorzenia siatkówki

1. Otwory w plamce i trakcje szklistkowo-plamkowe – są zmianami występującymi głównie u dorosłych. Mogą obejmować otwory warstwowe, cysty siatkówki, odwarstwienia siatkówki neurosensorycznej lub nabłonka barwnikowego (5).
2. Błony przedsiatkówkowe – występują w postaci otworów rzekomych w plamce, obrzęku siatkówki lub trakcji siatkówkowych. Badanie OCT dostarcza informacji na temat ewaluacji błon przedsiatkówkowych i grubości siatkówki, stopień zaś przylegania błon do powierzchni siatkówki może stanowić ważny wskaźnik prognostyczny. OCT jest badaniem bardziej efektywnym niż oftalmoskopia w przypadku różnicowania otworów prawdziwych i rzekomych (7,8).  
Istotne znaczenie ma odległość między wewnętrzną a zewnętrzną siatkówką neurosensoryczną, definiowana jako grubość siatkówki. Norma grubości siatkówki w dołeczku siatkówki wynosi ok. 150  $\mu\text{m}$  i każda wartość powyżej 185  $\mu\text{m}$  może sugerować obrzęk śródsiatkówkowy (6,8).
3. Retinopatia cukrzycowa – u dzieci zwykle nie powoduje większych zaburzeń widzenia z uwagi na to, że dopiero po 7 latach trwania choroby u ok. 50% pacjentów dochodzi do istotnych zmian w naczyniach włosowatych siatkówki (10). U osób młodych spotykana jest retinopatia cukrzycowa prosta, w przeciwieństwie do retinopatii cukrzycowej proliferacyjnej, występującej u osób dorosłych.
4. Zwrodnienia siatkówki – dotyczą zwykle ludzi w podeszłym wieku. U dzieci i młodzieży badanie OCT może być pomocne w przypadku dystrofii żółtkowatej (choroba Besta). Objawy w postaci niewielkiego pogorszenia ostrości widzenia lub wahań ostrości wzroku występują w pierwszej dekadzie życia. Mogą im towarzyszyć ograniczenie pola widzenia oraz powikłania w postaci błon neowaskularnych i krwotoków podsiatkówkowych (15).
5. Młodzieńcze rozwarstwienie siatkówki – jest chorobą dziedziczną, zwyrodnieniową, polegającą na rozwarstwieniu siatkówki sensorycznej na poziomie warstw wewnętrznych i uniesieniu warstwy włókien nerwowych z naczyniami siatkówki. Charakterystyczne jest również mikroretinoidalne rozwarstwienie siatkówki w plamce. Objawy w postaci obniżenia ostrości wzroku

pojawiają się już w pierwszej dekadzie życia. W przypadku postępującego pogorszenia widzenia wskazane jest postępowanie chirurgiczne i diagnostyka OCT przed zabiegiem operacyjnym i po nim (2).

6. Schorzenia zapalne siatkówkowo-naczyniówkowe – OCT umożliwia śledzenie dynamiki i lokalizację procesów zapalnych. Należy zaznaczyć, że intensywność uszkodzenia koreluje z rozległością infiltracji komórkami zapalnymi. Osłabienie ostrości widzenia w przebiegu zapalenia błony naczyniowej występuje zwykle z powodu obrzęku siatkówki – seryjne badania OCT umożliwiają obserwację cofania się zmian i wskazują na skuteczność leczenia (8).

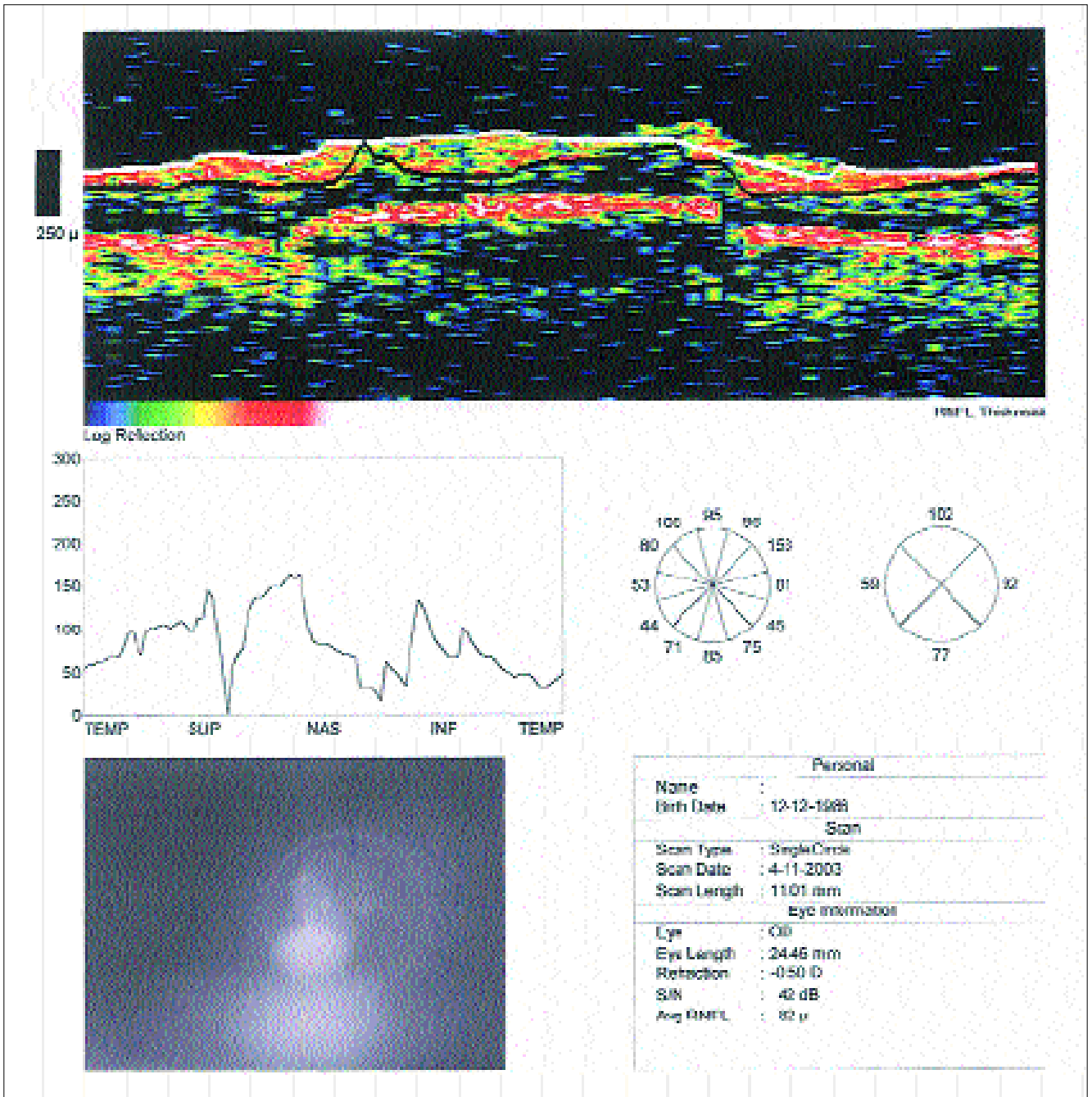
Diagnostyka za pomocą OCT jest pomocna w zapaleniu odcinka pośredniej błony naczyniowej i toksoplazmozie. Zapalenie odcinka pośredniej błony naczyniowej, dawniej określane jako zapalenie części płaskiej ciała rzęskowego, występuje często u dzieci i młodszych pacjentów. Oprócz charakterystycznych zmian w przedniej części ciała szklanego, przypominających kule śnieżne, na dnie oka stwierdza się obecność wysięków przedsiatkówkowych, obwodowe zapalenie żył i tętnic siatkówki oraz torbielowaty obrzęk siatkówki z wybroczynami (ryc. 1). W etiologii schorzenia uwzględnia się gruźlicę, sarkoidozę, toksoplazmozę, a nawet stwardnienie rozsiane (7).

Toksoplazmoza oczna jest jedną z najczęstszych form toksoplazmozy wrodzonej, stwierdzanej u 1 do 4 przypadków na 1000 urodzonych żywych dzieci. Objawy oczne występują w postaci zapalenia naczyniówkowo-siatkówkowego (12). Badanie OCT jest szczególnie pomocne przy różnicowaniu z podobnymi zmianami, występującymi w przebiegu infekcji różyczkowej, zakażeniu wirusem cytomegalii czy opryszczki.

7. Urazy siatkówki – OCT ma znaczenie w przypadku niewielkich zmian siatkówkowych, takich jak pourazowy otwór w plamce czy zmiany śródsiatkówkowe (obrzęk, uszkodzenie fototermiczne), które trudno uchwycić w badaniu oftalmoskopowym (6).

### II. Jaskra

OCT jest badaniem potencjalnie użytecznym we wczesnej diagnostyce i monitorowaniu progresji zmian w jaskrze. Grubość warstwy włókien nerwowych jest najbardziej czułym wskaźnikiem uszkodzeń jaskrowych – wartość poniżej 125-130  $\mu\text{m}$  wskazuje na zmiany jaskrowe (14). Zmniejszenie ilości włókien nerwowych może



Ryc. 3. Okrężny skan OCT 17-letniej pacjentki z jaskrą młodzieńczą. Przedstawia zmniejszenie grubości włókien nerwowych, szczególnie w dolnym kwadrancie.  
 Fig. 3. Circular OCT scan 17-year-old patient with juvenile glaucoma showing nerve fiber layer thickness decreased, particularly in the inferior quadrant.

poprzedzać rozwój ubytków w polu widzenia i możliwych do identyfikacji zmian w zagłębieniu tarczy nerwu wzrokowego. Pomiar grubości włókien nerwowych za pomocą OCT wskazują na znaczne zmniejszenie ich liczby, głównie w kwadrantach dolnych (ryc. 3). Zmiany te korelują z liczbą ubytków w polu widzenia i czasem trwania jaskry (4).

### III. Choroby nerwu wzrokowego

OCT jest przydatne u dzieci ze schorzeniami neurologicznymi, szczególnie w przypadku wystąpienia objawów wzmożonego ciśnienia śródciężkowego i zaniku nerwu wzrokowego (ryc. 2). Pozwala obiektywnie ocenić postęp zmian i skuteczność zastosowanego leczenia (13).

### IV. Krótkowzroczność

Badanie OCT umożliwia ocenę neowaskularyzacji naczyńkowej i pomiar grubości siatkówki (2). Na podstawie badań własnych wykazano różnice statystycznie między grupą pacjentów z krótkowzrocznością wysoką a grupą kontrolną (wyniki będą przedstawione w oddzielnej publikacji). Może to być użyteczne w śledzeniu ewolucji zmian w krótkowzroczności i stanowić ważne uzupełnienie badań w tej jednostce chorobowej.

Reasumując, należy podkreślić wyjątkowość badania za pomocą OCT jako badania bezkontaktowego i nieinwazyjnego, co jest niezwykle ważne przy diagnozowaniu małych pacjentów. Dostarcza ono bezpośrednich pomiarów mikrostrukturalnych siatkówki

z zastosowaniem wysokiej rozdzielczości. Stanowi znaczący postęp w ocenie schorzeń narządu wzroku, szczególnie jaskry i chorób plamki.

**PIŚMIENNICTWO:** 1. Asrani S., Zeimer R., Goldberg M. F., Zou S.: *Application of rapid scanning retinal thickness analysis in retinal disease*. Ophthalmology, 1997, 104, 1145-1151. 2. Azzolini C., Pierro L., Codenotti M., Brancata R.: *OCT images and surgery of juvenile macular retinoschisis*. Eur. J. Ophthalmol., 1997, 7 (2), 196-200. 3. Baba T., Ohno-Matsui K., Yoshida T., Yasuzumi K.: *Optical coherence tomography of choroidal neovascularization in high myopia*. Acta Ophthalmol. Scand., 2002, 80 (1), 82-87. 4. Boyd B. F., Theodossiadis G. P.: *Glaucoma-new horizons*. Highlights of Ophthalmology, 1999, 2712. 5. Gass J. D. M., Joondeph B. C.: *Observations concerning patients with suspected impending macular holes*. Am. J. Ophthalmol., 1990, 109, 638-646. 6. Hee M. R., Izatt J. A., Swanson E. A., Huang D.: *Optical coherence tomography of the human retina*. Arch. Ophthalmol., 1995, 113, 325-332. 7. Hee M. R., Puliafito C. A., Wong C., Duker J. S.: *Optical coherence tomography of macular holes*. Ophthalmology, 1995, 102, 748-756. 8. Hee M. R., Puliafito C. A., Wong C., Duker J. S., Reichel E.: *Quantitative assessment of macular edema with optical*

*coherence tomography (OCT)*. Archives of Ophthalmology, 1995, 113, 1019-1029. 9. Kęcik T., Kasprzak J., Kęcik D., Samsel A.: *Obraz prawnidłowej siatkówki w badaniu metodą optycznej koherentnej tomografii*. Okulistyka, 1998, 1, 3-4. 10. Massin P., Duguid G., Erginay A., Haouchine B., Gaudric A.: *Optical coherence tomography for evaluating diabetic macular edema before and after vitrectomy*. Am. J. Ophthalmol., 2003, 135, 169-177. 11. Landaund M., Schneidman E. M., Jacobovitz T., Rozenman Y.: *Quantitative in vivo retinal thickness measurements in healthy subjects*. Ophthalmology, 1997, 104, 639-642. 12. Nussenblatt R. B., Belfort R.: *Ocular toxoplasmosis: an old disease revisited*. JAMA, 1994, 271, 304-307. 13. Schuman J. S., Hee M. R., Arya A. V., Pedut-Kloizman T.: *Optical coherence tomography: A new tool for glaucoma diagnosis*. Current Opinion in Ophthalmology, 1995, 6, 89-95. 14. Schuman J. S., Hee M. R., Puliafito C. A., Wong C.: *Quantification of Nerve Fiber Layer Thickness in Normal and Glaucomatous Eyes Using Optical Coherence Tomography*. Arch. Ophthalmol., 1995, 113, 586-596. 15. Zahlava J., Karel I., Lestak J.: *Best's vitelliform dystrophy with complications of a neovascular membrane and hemorrhage*. Cesk. Slov. Oftalmol., 2002, 58 (3), 158-164.

Praca wpłynęła do Redakcji 5.05.2003 r. (267).

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

dr n. med. Małgorzata Mrugacz  
Klinika Okulistyki Dziecięcej  
ul. J. Waszyngtona 17  
15-274 Białystok

**Redakcja kwartalnika medycznego OKULISTYKA  
i czasopisma KONTAKTOLOGIA  
i OPTYKA OKULISTYCZNA**

**e-mail:ored@okulistyka.com.pl**