

# (1) Ultrasonografia trójwymiarowa – doniesienie wstępne

## *Three-dimensional ultrasound tomography – preliminary report*

**Jacek Kosmala**

Z Instytutu Jaskry i Chorób Oka w Warszawie  
 Dyrektor: prof. dr hab. n. med. Krystyna Czechowicz-Janicka

**Summary:** Three-dimensional ultrasound tomography of the eye is a new advanced technique of ocular ultrasonography. The aim of this work was to present a new interesting ultrasound unit with possibility of three-dimensional ultrasound tomography, after half year experience with this system. The article describes scanning techniques using a commercial 3-D ultrasound system (OTI-Scan 1000) and presents how to assess the dimensions of intraocular structures and document them volumetrically.

**Słowa kluczowe:** trójwymiarowa ultrasonografia oka, wolumetria, monitorowanie guzów wewnątrzgalkowych.

**Key words:** 3-D ocular ultrasonography, volumetry, monitoring of intraocular tumors.

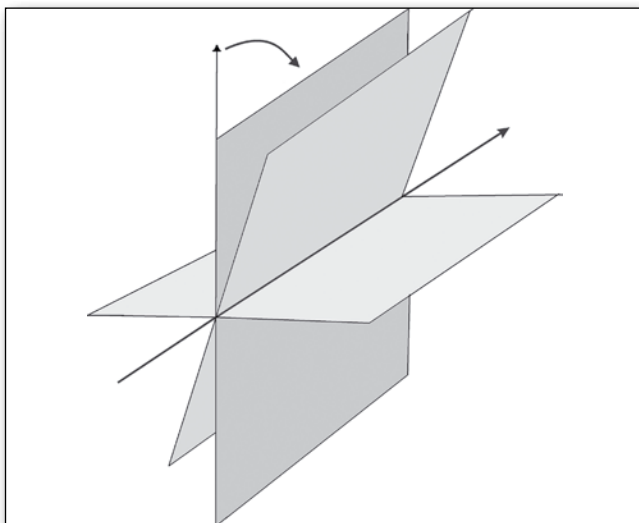
Badania nad trójwymiarową diagnostyką ultrasonograficzną w dziedzinie okulistyki prowadzone są już od ponad dziesięciu lat (1,2,3,4). Jednak dopiero w ostatnich latach zyskały znaczenie praktyczne dzięki dynamicznemu rozwojowi technik cyfrowych i miniaturyzacji urządzeń komputerowych. Jednoczesowa analiza kilkudziesięciu skanów o wysokiej rozdzielczości pozwala na uzyskanie ultrasonograficznych obrazów przestrzennych.

Trójwymiarowy obraz ultrasonograficzny otrzymuje się dzięki rejestracji kolejnych płaszczyzn dwuwymiarowych przez głowicę ultrasonograficzną przesuwającą się równoległe nad badanym obiektem (płaszczyzny quasi-równoległe) lub przez rotację głowicy wokół osi badanego obiektu (płaszczyzny współosiowe) (4,5).

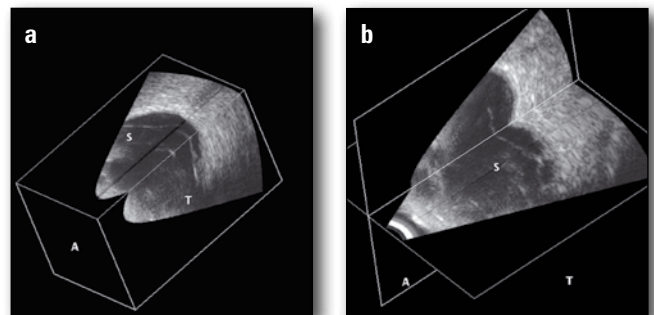
Metoda rotacyjna jest szybsza i bardziej dokładna. Rotacyjny ruch głowicy pozwala na rejestrację kolejnych skanów w odległości kątowej 2°. Uzyskujemy w ten sposób 90 obrazów w prezenta-

cji B, powiązanych ze sobą ściśle wspólną osią, z których w czasie rzeczywistym tworzony jest obraz trójwymiarowy. Szybkość skanowania wynosi 50 skanów/sek., tak więc czas potrzebny na uzyskanie przestrzennego obrazu wynosi niecałe 2 sek. (6). Na rycinie 1. przedstawiono schematycznie układ płaszczyzn współosiowych rejestrowanych w trakcie badania. Obraz przestrzenny może być przedstawiony w postaci blokowej lub w formie skrzyżowanych ze sobą płaszczyzn. Rycina 2. przedstawia ultrasonogram oka z proliferacjami szklistkowo-siatkówkowymi w projekcji blokowej (a) i w cięciu krzyżowym (b). Ściany bloku oraz cięcia krzyżowego można przesuwac w stosunku do siebie nawzajem, uzyskując trójwymiarowe zobrazowanie badanych struktur.

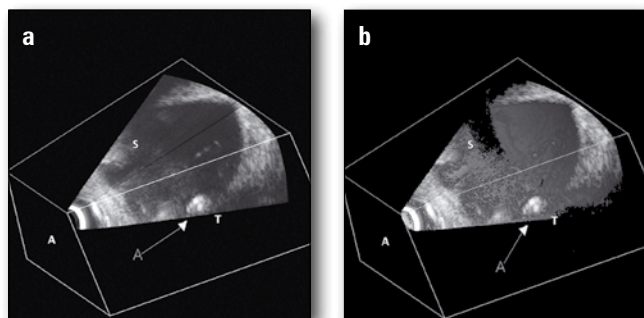
Obraz blokowy możemy poddać procesowi renderyzacji. Jest to proces łączący ze sobą odbicia ze wszystkich badanych płaszczyzn w jedną całość, w wyniku czego powstaje cieniowany, trójwymiarowy model plastyczny badanej struktury. Model ten można w trakcie oceny poddawać dowolnym cięciom i obracać w wybranych osiach (5,6). Rycina 3. przedstawia obraz USG zwicznętej soczewki do szkliski przed renderyzacją (a) i po niej (b).



**Ryc. 1.** Płaszczyzny współosiowe.  
**Fig. 1.** B-scan planes with the common central axis.



**Ryc. 2.** Obraz blokowy (a) i w cięciu krzyżowym (b) w oku z proliferacjami siatkówkowo-szklistkowymi.  
**Fig. 2.** Block (a) and cross-planes (b) presentations in the eye with vitreo-retinal proliferations.



**Ryc. 3.** Obraz ultrasonograficzny zwichniętej soczewki do szklistki przed renderyzacją i po niej.

**Fig. 3.** Dislocated lens in the vitreous before and after 3D surface rendering.



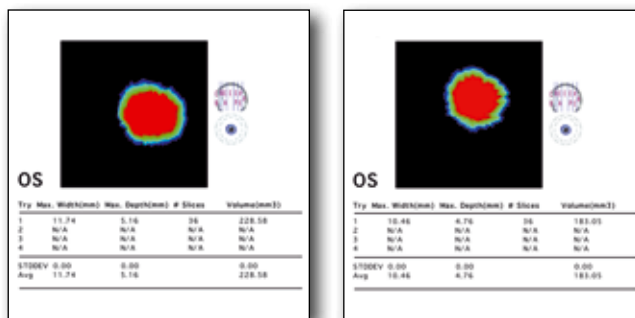
**Ryc. 4.** Nowe możliwości pomiarowe w ultrasonografii trójwymiarowej: pomiar powierzchni w cięciu czołowym (a) oraz pomiar objętości guza (b).

**Fig. 4.** New possibilities of measuring in 3D ultrasound tomography: area in frontal section (a) and volume measurement of intraocular tumor (b).

Wprowadzenie trzeciego wymiaru w badaniu ultrasonograficznym stworzyło nowe możliwości pomiarowe badanych struktur. Oprócz tradycyjnie podawanych wysokości i średnicy badanej zmiany możemy określić liczbowo jej powierzchnię oraz objętość (volumetria) (5,6,7,8). Volumetria znalazła zastosowanie w ocenie dynamiki rozwoju przede wszystkim nowotworów gałki ocznej. Rycina 4. przedstawia możliwość obliczenia powierzchni płaskiej zmiany na dnie oka w określonej warstwie cięcia czołowego (a) oraz okno programu obliczającego objętość nowotworu wewnątrzgałkowego (b).

W obliczeniu volumetrycznym obraz przestrzenny badanej zmiany otrzymuje się z obrysu 36 współosiowych płaszczyzn. Oś przechodzi przez najwyższe uniesienie zmiany w kierunku wnętrza gałki ocznej. Obrys w poszczególnych płaszczyznach może być wykonany automatycznie lub manualnie. Po badaniu w wersji automatycznej istnieje możliwość odręcznej korekcyjnej artefaktów w poszczególnych płaszczyznach (5,6). Wynik badania volumetrycznego otrzymujemy w postaci plastycznego, kolorowego modelu badanej zmiany na ekranie monitora oraz raportu zawierającego określenie wysokości, największej średnicy i objętości badanej zmiany.

Zastosowanie oceny objętości guza przed leczeniem oraz w trakcie kolejnych etapów leczenia (np. po zastosowanej brachyterapii) zwiększa znacznie czułość monitoringu obserwowanej zmiany w stosunku do metod stosowanych dotychczas. Nawet niewielkie, trudne dotąd do określenia w tradycyjnym



**Ryc. 5.** Raport badania volumetrycznego przed brachyterapią (a) i 2,5 miesiąca po niej (b).

**Fig. 5.** Volume measurement before (a) and 2.5 months after brachytherapy (b).

badaniu zmiany wielkości guza dają już możliwość liczbowej oceny zmian jego objętości.

Rycina 5. przedstawia dwa wyniki badania volumetrycznego czerniaka naczyniówki przed brachyterapią (a) i po upływie 2,5 miesiąca od niej (b). Zwraca uwagę to, że niewielkim zmianom wysokości 0,4 mm oraz najdłuższej średnicy (1,28 mm) towarzyszy znaczna zmiana objętości guza (46,71 mm<sup>3</sup>).

Ilustracje prezentowane w tym doniesieniu pochodzą z badań wykonanych ultrasonografem OTI-Scan 1000, który oprócz tradycyjnie stosowanych prezentacji A i B wyposażony jest w możliwość uzyskania obrazu trójwymiarowego. Do chwili obecnej wykonano ponad 400 badań (w tym również wyżej wspomniane badania volumetryczne).

Badanie przestrzenne wydaje się szczególnie przydatne w różnicowaniu patologicznych połączeń pomiędzy ciałem szklistym, siatkówką i ścianą gałki ocznej oraz w monitoringu rozwoju zmian nowotworowych tylnego odcinka gałki ocznej. Dużą zaletą tego urządzenia są rozbudowane funkcje archiwizacji.

Archiwizacji mogą podlegać nie tylko raport czy film z wykonanego badania, ale również dynamiczny zapis badania trójwymiarowego. Zapis filmu z badania pozwala na ponowne przeanalizowanie jego etapów oraz wybranie najbardziej reprezentatywnych obrazów badanej zmiany do raportu z przeprowadzonego badania. Dynamiczny zapis badania trójwymiarowego pozwala na retrospektywne prześledzenie stosunków przestrzennych patologii w stosunku do otaczających tkanek oraz dokonanie obliczeń volumetrycznych w czasie innym niż czas badania.

Poza omawianymi wartościami klinicznymi należy podkreślić wartości szkoleniowe trójwymiarowego badania ultrasonograficznego.

**PIŚMIENNICTWO:**

1. Cusumano A., Coleman D.J., Silverman R.H., Reinstein D.Z., Rondeau M.J., Ursea R., Daly S.M., Lloyd H.O.: *Three dimensional ultrasound imaging-clinical applications*. Ophthalmology, 1998, 105(2), 300-306.
2. Downey D., Nicolle D., Levin M., Fenster A.: *Three-dimensional orbital ultrasonography*. Canadian Journal of Ophthalmology, 1995, 30(7), 395-398.
3. Downey D., Nicolle D., Levin M., Fenster A.: *Three-dimensional ultrasound imaging of the eye*. Eye, 1996, 10, 75-81.
4. Kęćik T., Lewandowski P., Kęćik D.: *Metody obrazowania w okulistyce*. C2 Polska Sp. z o.o., Warszawa, 2001.

5. Shamma H.J., Dunne S., Fisher Y.L.: *Three-dimensional ultrasound tomography of the eye*. Nova Coast Publishing, Canada, 1998.
6. *OTI-Scan 1000 3D/B/A-Scan Ophthalmic Ultrasound, User Manual Software ver. 5.0*. Ophthalmic Technologies INC, Toronto, Canada, 2003.
7. Jensen P.K., Hansen M.K.: *Ultrasonographic three dimensional scanning for determination of intraocular tumor volume*. Acta Ophthalmol., 1991, 69(2), 178-186.
8. Motolese E., Burrioni M., Addabbo G., Dell'Eva G., D'Aniello B., Pattera N.: *Area and volume calculation by three-dimensional echography of the eye*. Ophthalmic Echography, 1993, 495-498.

**X Jubileuszowe Sympozjum Sekcji Zapobiegania Ślepotcie i Rehabilitacji Słabowidzących, PTO, Warszawa, 5-6 listopada 2004 r.**

Praca wpłynęła do Redakcji 14.10.2005 r. (800).  
Zakwalifikowano do druku 18.01.2006 r.

**Adres do korespondencji (Reprint requests to):**

lek. med. Jacek Kosmala  
ul. Abrahama 4 m. 32  
03-982 Warszawa

## PLAN IMPREZ POD PATRONATEM PTO – ROK 2006: [www.pto.com.pl](http://www.pto.com.pl)

11.03.06	III Sympozjum Sekcji Alergologii PTO – Łódź	09-13.09.06	ESCRS, LONDYN, UK <a href="http://www.escrs.com">www.escrs.com</a>
20-22.04.06	V Sympozjum Jaskry PTO – Wrocław	21-24.09.06	DOG, BERLIN, Germany <a href="http://www.dog.org">www.dog.org</a>
12-13.05.06	Spotkanie Sekcji Kontaktologicznej PTO – Jachranka	06-08.10.06	ECLSO, DUBROVNIK, CROATIA <a href="http://www.eclso2006.com">www.eclso2006.com</a>
25-26.05.06	Konferencja Onkologiczna PTO – Kraków	11-14.11.06	American Academy of Ophthalmology's Joint Meeting with the Asia Pacific Academy of Ophthalmology, Las Vegas, NV, United States
01-03.06.06	VIII Sympozjum Sekcji Ergoftalmologii PTO, XI Sympozjum Sekcji Zapobiegania Ślepotcie PTO – Lublin		
08-10.06.06	Konferencja Szkoleniowa Sekcji Okulistyki Wojskowej PTO – Jurata		
05-07.10.06	VIII Sympozjum Sekcji Wszczepów Wewnątrzgałkowych i Chirurgii Refrakcyjnej PTO – Łódź		

### DODATKOWE IMPREZY ZGŁOSZONE

#### DO KALENDARZA ZJAZDOWEGO

#### NIEOBJĘTE PATRONATEM PTO

#### – ROK 2006:

04-06.05.06 Forum Okulistyczne – Łódź

### ZJAZDY ZAGRANICZNE – ROK 2006:

16-24.05.06 World Ophthalmology Congress  
Sao Paulo, Brazil  
[www.ophtalmology2006.com.br](http://www.ophtalmology2006.com.br)

06-10.05.06 112<sup>th</sup> Congress of French Society  
of Ophthalmology, Paris, France  
[www.sfo.asso.fr](http://www.sfo.asso.fr)

### PLAN IMPREZ POD PATRONATEM PTO – ROK 2007:

31.05.-02.06.07 Sympozjum Sekcji Okulistyki  
Wojskowej PTO – Mikołajki

20-23.06.07 XLII Zjazd Okulistów Polskich PTO  
– Bydgoszcz

### ZJAZDY ZAGRANICZNE

#### – ROK 2007:

28-31.03.07 6<sup>th</sup> International Glaucoma Symposium  
(I.G.S), Athens, Greece  
[www.kenes.com/glaucoma](http://www.kenes.com/glaucoma)

09-12.06.07 Congress of the European Society  
of Ophtalmology, Vienna, Austria  
[www.soe2007.org](http://www.soe2007.org)