

(80)

# Częściowo spójna interferometria laserowa – alternatywa dla kalkulacji sztucznych soczewek wewnątrzgałkowych metodą ultradźwiękową

## Partial coherent interferometry – an alternative method for intraocular lens power calculation performed by ultrasonography

Edward Wylęgała, Aneta Ludyga

Z Okręgowego Szpitala Kolejowego w Katowicach  
Ordynator: dr n. med. Edward Wylęgała

**Summary:** Purpose: To compare axial length estimated by means of Zeiss IOLMaster and A-scan ultrasonography and anticipate postoperative refraction after IOL implantation with refraction measured after operation. Material and methods: 26 patients were analyzed. Measurement of axial length was performed by Zeiss IOLMaster and A-scan ultrasonography. Preoperative refraction was determined by both methods based on SRK / T calculation formula and 119,0 and 120,5 A-constant for IOL. Postoperative refraction was expressed as a spherical equivalent and was obtained by autokeratorefraktometr in the first day after cataract surgery. Results: Mean axial length measured by IOLMaster was longer by 0.06 mm in compared to ultrasound estimation ( $p < 0.001$ ). The correlation between pre-operative refraction values determined by IOLMaster and post-operative measurements was statistically significant ( $p = 0.03$ ). Conclusions: Measurement of axial length performed by IOLMaster is longer than by ultrasonography. IOLMaster seems to be more reliable method than ultrasonography in intraocular artificial lens calculation in cataract surgery.

**Słowa kluczowe:** IOLMaster, USG projekcja A, długość osiowa gałki ocznej, refrakcja przedoperacyjna i pooperacyjna.

**Key words:** IOLMaster, A-scan ultrasonography, ocular axial length, preoperative and postoperative refraction.

### Wstęp

Kalkulacja mocy sztucznej soczewki wewnątrzgałkowej (SSW) pozostaje nadal dużym wyzwaniem dla lekarza okulisty i nawet mały błąd przy tej procedurze może zniweczyć efekt perfekcyjnie wykonanego zabiegu operacyjnego. Kalkulacja wykonywana jest do określonej i przewidywanej przez chirurga refrakcji pooperacyjnej. Na błąd końcowy ma wpływ każdy parametr, uzyskany w badaniach okulistycznych. Po wprowadzeniu do wzoru matematycznego pozwala on na obliczenie mocy soczewki przy zadanej refrakcji. Przedoperacyjny pomiar osiowej długości gałki ocznej ma największy wpływ na przewidywalność kalkulacji SSW. Przyjmuje się, że błąd pomiaru długości osi oka wynoszący 0,1 mm daje błąd refrakcji równy 0,28 D (10). W związku z tym od dawna poszukiwano urządzenia bardziej precyzyjnego niż ultradźwiękowe dla celów tych pomiarów. Urządzeniem takim wydaje się IOLMaster (Zeiss Humphrey, Dublin, CA, USA), działający na zasadzie częściowo koherentnej interferometrii laserowej.

### Cel

Celem pracy jest porównanie długości osiowej gałki ocznej (DOG), mierzonej metodą częściowo spójnej interferometrii laserowej

(Zeiss IOLMaster) i metodą ultradźwiękową (projekcja A USG), oraz porównanie przewidywanych refrakcji układu optycznego oka po wszczepieniu sztucznej soczewki za pomocą wyżej wymienionych metod z refrakcją pooperacyjną wyznaczoną przez równoważnik sferyczny (autokeratorefraktometr).

### Materiał i metody

Zbadano 33 oczu u 33 pacjentów, u 7 pacjentów pomiar DOG za pomocą IOLMaster był niemożliwy do wykonania. Grupa badana obejmowała 26 oczu u 26 pacjentów w wieku 55-85 lat (średnio 70 lat), u których usunięto zaćmę metodą fakoemulsyfikacji z cięciem w przezroczystej rogówce i wszczepem SSW zwijalnej do torebki soczewki. Pomiar DOG wykonywano u każdego pacjenta metodą ultradźwiękową (Quantel medical AXIS-II) oraz metodą interferometrii laserowej (IOLMaster Zeiss).

Przy kalkulacji SSW dwoma metodami zastosowano formułę SRK/T oraz odpowiednie stałe A: 119,0 dla soczewki Alcon Acrysof MA60BM i 120,0 dla soczewki Corneal ACR 6D SE. Krzywiznę rogówki niezbędną do kalkulacji z użyciem USG obliczano za pomocą autokeratorefraktometru (Humphrey Acuitus 5015).

Pooperacyjna refrakcja wyznaczona przez równoważnik sferyczny mierzona była za pomocą autokeratorefraktometru w pierwszym dniu po operacji. Badania powyższe były wykonywane przez jednego okulistę.

Wykonano analizę statystyczną DOG wykonanej dwiema metodami oraz określono korelację między refrakcją uzyskaną po wszczepie SSW a refrakcjami przewidywanymi układu optycznego oka po wszczepie SSW, oznaczanymi metodą interferometrii i ultradźwiękową.

Analizę statystyczną wykonano, stosując korelację Pearsona.

**Wyniki**

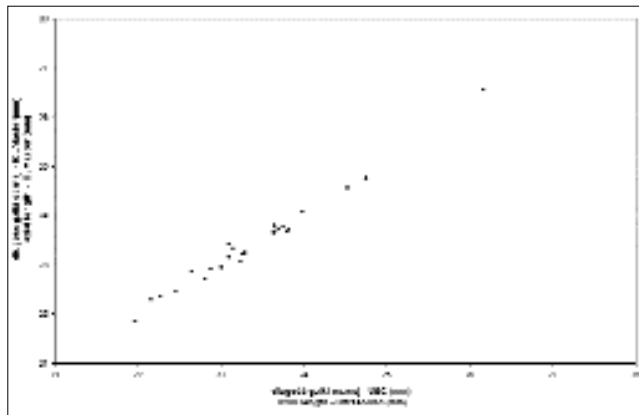
Średnia DOG, mierzona metodą interferometrii, wynosiła 23,56 mm (21,86 mm – 26,86 mm), a mierzona metodą ultradźwiękową – 23,51 mm (21,97 mm – 26,42 mm) (tab. I).

| Długość gałki<br>Axial length | IOLMaster<br>IOLMaster | USG<br>Ultrasound | Różnica<br>Difference |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|
| Średnia (mm)<br>Mean (mm)     | 23,56                  | 23,51             | 0,05                  |
| Zakres (mm)<br>Range (mm)     | 21,86-26,86            | 21,97-26,42       | –                     |

Tab. I. Porównanie DOG mierzonej metodą IOLMaster i metodą biometrii ultradźwiękowej.

Tab. I. Comparison of axial lengths as measured by IOLMaster and ultrasound biometry.

Średnia DOG, mierzona metodą IOL Master, była większa o 0,05 mm od średniej DOG, oznaczanej techniką ultradźwiękową. Zależność w pomiarach DOG, wykonywanych dwiema badanymi metodami, była wysoka (0,97), a różnica między długościami mierzonymi obiema metodami była statystycznie znamienna ( $p < 0,001$ ) (ryc. 1).



Ryc. 1. Wykres zależności między pomiarami długości gałki ocznej w USG i IOLMaster.

Fig. 1. Plot of axial length measurements between ultrasound and IOLMaster.

Średnia refrakcja pooperacyjna wynosiła 1,43 D (-3,37 D – +1,75 D). Refrakcja przewidywana mierzona za pomocą IOLMaster wynosiła 0,78 D (-2,87 D – +0,38 D), a mierzona z wykorzystaniem USG – 0,25 D (-2,43 D – +0,71 D) (tab. II).

|                         | Refrakcja przedoperacyjna IOLMaster<br>Preoperative refraction IOLMaster | Refrakcja przedoperacyjna USG<br>Preoperative refraction USG | Refrakcja pooperacyjna autokeratorefraktometr<br>Postoperative refraction autokeratorefraktometr |
|-------------------------|--|--|--|
| Średnia (D)<br>Mean (D) | -0,78  | -0,25  | -1,43  |
| Zakres (D)<br>Range (D) | -2,87 – +0,38  | -2,43 – +0,71  | -3,37 – +1,75  |

Tab. II. Porównanie refrakcji przedoperacyjnej, mierzonej za pomocą IOLMaster, i biometrii ultradźwiękowej z refrakcją pooperacyjną, oznaczaną w autokeratorefraktometrze.

Tab. II. Comparison of preoperative refraction measured by IOLMaster and ultrasound biometry with postoperative refraction measured by autokeratorefraktometr.

Korelacja między refrakcją uzyskaną a refrakcją wyznaczoną przy pomiarze SSW techniką IOLMaster była statystycznie znamienna ( $p = 0,03$ ). Nie wykazano różnicy znamiennej statystycznie, porównując refrakcję pooperacyjną i refrakcję przedoperacyjną z zastosowaniem metody ultradźwiękowej ( $p = 0,26$ ).

**Dyskusja**

IOLMaster jest nową, bezkontaktową techniką opartą na koherentnej interferometrii laserowej, służącą do określenia mocy SSW na podstawie jednoczesnego pomiaru krzywizny rogówki, głębokości komory przedniej i DOG. W metodzie tej została wykorzystana podwójna wiązka światła podczerwonego (780 nm) o spójnej długości fali (160  $\mu$ m) emitowana przez źródło lasera diodowego. Rozdzielczość w pomiarze DOG wynosi 12  $\mu$ m, a dokładność – od 0,3 do 1,0  $\mu$ m (2,4). Dla porównania rozdzielczość 100  $\mu$ m i dokładność od 100 do 120  $\mu$ m wykazano, dokonując pomiarów DOG metodą ultradźwiękową (1,11). IOLMaster jest urządzeniem wielkości lampy szpitalnej, a pacjent badany jest w pozycji siedzącej (ryc. 2).



Ryc. 2. Pomiar długości gałki ocznej przy użyciu IOLMaster.

Fig. 2. Axial length measurement of the eye with IOLMaster.

W naszych badaniach stwierdzono statystycznie znamiennej różnicę między długościami oznaczonymi dwoma metodami. Pomiar DOG był dłuższy przy pomiarze za pomocą IOLMaster, co wykazano również w badaniach innych autorów (3,5,7,8,9). Większa DOG w porównaniu z oznaczaną w USG wynika z faktu, że jest to metoda bezdotykowa, fala dociera do nabłonka barwnikowego siatkówki (w przypadku USG – do błony wewnętrznej siatkówki), a do badania używany jest punkt fiksacyjny pozwalający na pomiar wzdłuż osi widzenia.

Badanie IOLMaster nie było możliwe do wykonania u 7 pacjentów (21%), w przypadku 6 pacjentów powodem było zmętnienie soczewki 5. stopnia (skala 0-5), przy którym pacjent osiągał z najlepszą korekcją ostrość widzenia gorszą niż l. p. o. U 1 pacjenta występowały zmiany degeneracyjne na dnie oka. W piśmiennictwie częstość niepowodzeń tego badania wynosi między 5 a 15% i wśród ich przyczyn oprócz dużego stopnia nieprzezierności środków optycznych oraz zmian zwyrodnieniowych centralnej siatkówki podaje się fiksację pozapłamkową i trudności w utrzymaniu stałej pozycji gałki ocznej (6,7). Tak wysoki procent niepowodzeń w naszych badaniach jest prawdopodobnie związany z występowaniem w Polsce większej liczby zaćm o bardzo wysokim stopniu zmętnienia niż w innych krajach.

Wykazano korelację między refrakcją po wszczepie SSW, wyznaczoną poprzez równoważnik sferyczny, a refrakcją przedoperacyjną kalkulowanej SSW, mierzoną za pomocą IOLMaster. Dowodzi to, że jest to metoda bardziej precyzyjna w oznaczaniu możliwej do osiągnięcia i przewidywanej refrakcji pooperacyjnej niż stosowana do tej pory metoda kalkulacji SSW za pomocą USG (3,4). Refrakcja pooperacyjna  $\pm 1$  D została osiągnięta w pierwszym dniu po zabiegu u 70,4% badanych według pomiaru IOLMaster i u 51,9% pacjentów według badania USG. W badaniach innych autorów odsetek pacjentów, którzy osiągnęli refrakcję pooperacyjną  $\pm 1$  D, jest wyższy, szczególnie w grupie pacjentów, u których pomiar DOG wykonywano za pomocą USG (12). Trzeba jednak zaznaczyć, że jest to refrakcja mierzona najczęściej dwa miesiące po operacji i o takie badania w przyszłości zamierzamy poszerzyć nasze wstępne doniesienia na temat specyfiki działania nowej metody pomiaru mocy SSW za pomocą IOLMaster.

### Wnioski

1. DOG mierzona za pomocą IOLMaster jest dłuższa od DOG mierzonej metodą USG.

2. Kalkulacja SSW za pomocą IOLMaster pozwala bardziej precyzyjnie niż USG ustalić przewidywaną refrakcję pooperacyjną.

**PIŚMIENNICTWO:** 1. Bamber J. C., Tristram M.: *Diagnostic ultrasound*. W: Webb S. (ed.), *The Physics of Medical Imaging*. Philadelphia, Adam Hilger., 1988, 319-388. 2. Baumgartner A. i in.: *Measurements of posterior structures of human eye in vivo by partial coherence interferometry using diffractive optics*. Proc. SPIE, 1997, 2981, 85-91. 3. Drexler W., Findl O., Menapace R.: *Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery*. Am. J. Ophthalmol., 1998, 126, 524-534. 4. Findl O. i in.: *High precision biometry of pseudophakic eyes using partial coherence interferometry*. J. Cataract Refract. Surgery, 1998, 42, 1087-1093. 5. Findl O., Drexler W., Menapace i in.: *Improved prediction of intraocular lens power using partial coherence interferometry*. J. Cataract. Refract. Surgery, 2001, 27, 861-867. 6. Haigis W.: *Optical coherence biometry*. Dev. Ophthalmol., 2002, 34, 119-30. 7. Haigis W., Lege B., Miller N., Schneider B.: *Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis*. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol., 2000, 238, 765-773. 8. Holladay J. T., Prager T. C. i in.: *Improving the predictability of intraocular lens power calculations*. Arch. Ophthalmol., 1986, 104, 539-541. 9. Lam A. K. C., Chan R., Pang P. C. K.: *The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOLMaster*. Ophthalmol. Physiol. Opt., 2001, 21, 477-483. 10. Oslen T.: *Theoretical approach to intraocular lens calculations using Gaussian optics*. J. Cataract. Refract. Surg., 1987, 13, 141-145. 11. Oslen T.: *Accuracy of ultrasonic determination of axial length in pseudophakic eyes*. Acta Ophthalmol. (Copenh.), 1990, 67, 141-144. 12. Rajan M. S., Keeilhorn I., Bell J. A.: *Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations*. Eye, 2002, 16, 552-556.

Praca wpłynęła do Redakcji 4.09.2003 r. (322).

Adres do korespondencji (Reprint requests to):  
dr n. med. Edward Wylęgała  
ul. Panewnicka 65  
40-760 Katowice