

Rola kalkulatora Barretta oraz systemu Verion™ w kwalifikacji, planowaniu oraz wspomaganiu chirurga podczas operacji usunięcia zaćmy z wszczepieniem torycznych soczewek wewnątrzgałkowych

The role of the Barrett calculator and the Verion™ system in the qualification, planning and support of the surgeon during cataract surgery with implantation of toric intraocular lenses

Anna Jończyk, Piotr Jurowski

Klinika Okulistyki i Rehabilitacji Wzroku, II Katedra Chorób Oczu, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Kierownik Kliniki: prof. nadzw. dr hab. n. med. Piotr Jurowski



NAJWAŻNIEJSZE

Kalkulator Barretta i system wspomagania operatora zaćmy Verion™ stanowią istotne dopełnienie nowoczesnej fakoemulsyfikacji.

HIGHLIGHTS

The Barrett calculator and the Verion™ system are a significant complement to modern phacoemulsification.

STRESZCZENIE

Kalkulator Barretta jest nowoczesną formułą obliczeniową mocy refrakcyjnej soczewki wewnątrzgałkowej. Wyniki są efektem analizy wielu zmiennych, w tym oprócz standardowych parametrów, takich jak keratometria czy długość gałki ocznej, również przewidywanego położenia soczewki, astygmatyzmu indukowanego śródoperacyjnie oraz wartości tylnej krzywizny rogówki. Keratometria tylnej powierzchni rogówki wyliczana jest w sposób pośredni w oparciu o zakres głębokości komory przedniej gałki ocznej. System Verion™, który zawiera w swoim oprogramowaniu szereg formuł kalkulacyjnych, w tym kalkulator Barretta, stanowi wsparcie chirurga na każdym etapie operacji. Ocena keratometrii, pupilometrii oraz wykonanie zdjęć przedniego odcinka oka o wysokiej rozdzielczości są uzupełnieniem diagnostyki przedoperacyjnej. Jednostka planująca urządzenia pozwala na wyznaczenie miejsca głównego cięcia, otwarć bocznych, wielkości kapsuloreksji oraz położenia wszczepu soczewki wewnątrzgałkowej. Co istotne, w trakcie operacji w okularze chirurga wyświetlane są parametry i wskaźniki odnoszące się do każdego etapu zabiegu.

Słowa kluczowe: kalkulator soczewek torycznych, krzywizna tylna rogówki, soczewka toryczna

ABSTRACT

The Barrett calculator is a modern intraocular lens calculation formula which measure the refractive power of the intraocular lens taking into account, in addition to the standard parameters (keratometry, axial length), predictable post-operative intraocular lens position, surgically induced astigmatism and the parameters of posterior curvature of the cornea. The keratometry of the posterior corneal surface is indirectly calculated based on the depth of the anterior chamber. This is reflected in a reduction in residual astigmatism after cataract surgery. The Verion™ system provides assistance at every stage of the cataract operation. A measuring unit can accurately evaluate keratometry, pupilometry and take a high resolution picture of anterior segment of the eyeball. A unit allows to plan each stage of the procedure, among others location of the main cut, lateral cuts, size of the capsulorexia and the place of intraocular lens within capsules. During cataract surgery Verion™ displays all the different stages of the procedure and the axis of the toric intraocular lens in the eyepiece of the surgeon. Thanks to that it is unnecessary to mark the cornea of the patient before the procedure and enables a better accuracy of the position of the intraocular implant.

Key words: toric lens calculator, posterior corneal curvature, toric intraocular lens

WSTĘP

Stały postęp technologiczny w chirurgii zaćmy oraz osiągnięte wyjątkowo dobre wyniki czynnościowe powodują, że operacja zaćmy jest obecnie traktowana również jako zabieg refrakcyjny. Do wyliczenia mocy sferycznej wszczepianych soczewek wewnątrzgałkowych stosuje się wiele formuł kalkulacyjnych, w tym np. SRK/T, Holladay 1 lub 2 oraz Hoffer Q. Stosowane nowoczesne formuły poprawiają dokładność przewidywanej refrakcji pooperacyjnej w oparciu o analizę licznych zmiennych morfometrycznych. Teoretycznie, wychodząc z powyższego założenia, można przyjąć, że zwiększenie liczby zmiennych powinno podnieść dokładność przewidywania refrakcji pooperacyjnej. Co ciekawe, w niektórych badaniach na dużych grupach wykazano, iż dokładność stosowanych formuł kalkulacyjnych wykazuje silną zależność przede wszystkim od długości gałki ocznej (AL, *axial length*). Aristodemou, przetestowawszy formuły Hoffer Q, Holladay 1 i SRK/T w 8108 oczach (co stanowi jak do tej pory największe badanie poświęcone ocenie tych formuł), stwierdził, że formuła Hoffer Q jest najdokładniejsza dla AL poniżej 21 mm, Holladay 1 wykazywał najwyższą dokładność w oczach o długości od 23,5 mm do 26 mm, a w długich gałkach ocznych, powyżej 26 mm, najdokładniejsza była formuła SRK/T [1, 2]. Wprowadzony niedawno do praktyki klinicznej kalkulator Barretta przy wyliczaniu mocy refrakcyjnej soczewki wewnątrzgałkowej bierze pod uwagę także inne istotne czynniki, takie jak: przewidywane położenie soczewki, astygmatyzm indukowany śródoperacyjnie (SIA, *surgically induced*

astigmatism) oraz parametry tylnej krzywizny rogówki. Formuła określa wspomniane parametry w sposób pośredni w oparciu o wartości głębokości komory przedniej (ACD, *anterior chamber depth*). Kalkulator Barretta posiada 3 typy formuł obliczeniowych: **formułę Universal II** stosowaną dla wyliczania mocy sferycznych soczewek wewnątrzgałkowych (IOL, *intraocular lens*), **formułę Barretta** dla wyliczania mocy refrakcyjnej torycznych IOL oraz **formułę True-K** wykorzystywaną w kalkulacji soczewki w oczach z zaćmą po wcześniejszej chirurgii refrakcyjnej. Nieliczne jak do tej pory badania przekonują, że kalkulator Barretta jest odpowiednim i dokładnym narzędziem pomiaru mocy refrakcyjnej soczewki wewnątrzgałkowej, a uwzględnienie w pomiarach krzywizny tylnej powierzchni rogówki skutkuje tym, że przewidywany wynik pooperacyjny jest bliższy rzeczywistości [3]. Kalkulacja IOL z zastosowaniem kalkulatora Barretta zmniejsza pooperacyjny astygmatyzm resztkowy o ok. 0,2 D w porównaniu ze standardowymi formułami [4]. Zaobserwowano również znaczne niedoszacowanie w obliczaniu sferycznego ekwiwalentu (rzędu ok. 0,19 D) przy użyciu standardowych formuł w porównaniu z kalkulatorem Barretta ($p \leq 0,05$) [5]. Zgodnie z nomogramem Baylora wraz z analizą refrakcyjnego oddziaływania astygmatyzmu tylnej powierzchni rogówki wykazano, że wartość nieskorygowanego resztkowego cylindra była mniejsza u pacjentów z pierwotnym astygmatyzmem zgodnym z regułą [6–8]. Retrospektywna ocena przewidywanej refrakcji pooperacyjnej wykazała przewagę pomiarów z zastosowaniem kalkulatora Barretta w odniesieniu do reszt-

kowego astygmatyzmu pooperacyjnego oraz resztkowego ekwiwalentu sferycznego ($p \leq 0,01$) [5].

VERION JAKO SYSTEM WSPOMAGAJĄCY W TRAKCIE ZABIEGU FAKOEMULSYFIKACJI ZAĆMY

Do niedawna kalkulator Barretta nie należał do oprogramowania żadnego urządzenia zewnętrznego i był dostępny jedynie *online* (ryc. 1), co ograniczała jego dostępność w doborze soczewek torycznych. Aktualnie został w niego wyposażony nowy system Verion™ (ryc. 2). Jednostka pomiarowa (ryc. 3) pozwala na obrazowanie przedniego odcinka oka przed zabiegiem z analizą keratometrii i pupilometrii. System umożliwia również zapis wysokiej rozdzielczości zdjęć oczu pacjenta, a dzięki śledzeniu ruchu gałek ocznych automatycznie wykrywa istotne elementy anatomiczne, w tym naczynia nadtwardówki, rąbek rógówki, źrenicę oraz tęczęwkę i śródoperacyjnie rozpoznaje właściwe (zaplanowane do operacji) oko pacjenta. Za jego

pomocą można zaplanować poszczególne etapy operacji fakoemulsyfikacji: wybrać odpowiedni model z bazy soczewek, wyznaczyć miejsce cięcia głównego i cięć bocznych, zakres kapsuloreksji, a także zminimalizować pooperacyjny astygmatyzm resztkowy poprzez zmianę lokalizacji i formy cięcia głównego [9]. W połączeniu z laserem femtosekundowym możliwe jest również zaplanowanie i wykonanie cięć relaksacyjnych bez konieczności oznaczania osi astygmatyzmu markerem (ryc. 4). Dokładne opracowanie cyfrowego obrazu gałki ocznej dodatkowo zapewnia minimalizację potencjalnego błędu refrakcyjnego. Cyfrowy obraz wyświetlany jest w okularze operatora z oznaczeniem miejsca zaplanowanego cięcia głównego, zakresem kapsuloreksji i jej centracji w stosunku do osi widzenia, oznaczeniem osi prawidłowego ustawienia wewnątrzgałkowej soczewki torycznej oraz dokładnego położenia soczewki torycznej czy wielogniskowej wewnątrz torebki soczewki z uwzględnieniem zjawiska cyklorotacji (ryc. 5).

RYCINA 1

Kalkulator Barretta – *online* (źródło: <https://www.myalcon-toriccalc.com/#/calculator>).

RYCINA 2

System Verion™ – porównanie formuł (dzięki uprzejmości firmy Alcon).

Preoperative Measurements	K1	K2	Flat	Cyl	Units
	41.46	44.88	174	-3.42	mm
Planner Requirements	SRK/T	Target Refraction	SEQ	0.00	
Spherical Correction Planner	LX10BD LensX	MINGAD1 Std Phaco	SINGOWF Std Phaco	SINGATx Std Phaco	
	15.00 +0.70	16.50 +0.69	Barrett	17.00 +0.17	
	16.50 +0.38	17.00 +0.37	Holladay 2	17.00 +0.09	
	17.00 +0.05	17.50 +0.05	Haigis	17.00 +0.03	
	17.50 -0.28	18.00 -0.27	Holladay 1	17.50 -0.09	
	18.00 -0.61	18.50 -0.59	SRK/T	17.50 -0.08	
Astigmatism Correction Planner	T6	T7	T8	T9	
	-0.87	-0.38	-0.11	+0.59	

RYCINA 3

Verion™ – jednostka pomiarowa i planująca (dzięki uprzejmości firmy Alcon).



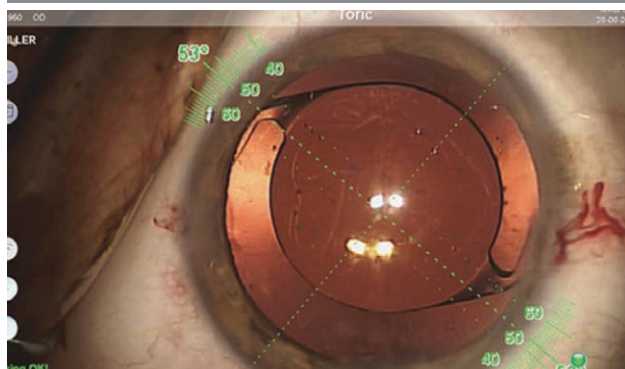
RYCINA 4

System Verion™ – planowanie cięć relaksacyjnych (dzięki uprzejmości firmy Alcon).



RYCINA 5

System Verion™ – obraz w okularze operatora w trakcie wszczepiania torycznej soczewki wewnątrzgałkowej (dzięki uprzejmości firmy Alcon).



ADRES DO KORESPONDENCJI
lek. Anna Jończyk

Klinika Okulistyki i Rehabilitacji Wzroku,
Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Wojskowej Akademii
Medycznej – Centralny Szpital Weteranów
90-549 Łódź, ul. Żeromskiego 113
e-mail: ania_sruba@wp.pl

Piśmiennictwo

1. Aristodemou P, Knox Cartwright NE, Sparrow JM, et al. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 63-71.
2. Kane JX, Van Heerden A, Atik A, et al. Intraocular lens power formula accuracy: Comparison of 7 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(10): 1490-1500.
3. Kessel L, Andresen J, Tendal B, et al. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology* 2016; 123(2): 275-286.
4. Gundersen KG, Potvin R. Clinical outcomes with toric intraocular lenses planned using an optical low coherence reflectometry ocular biometer with a new toric calculator. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 2141-2147.
5. Kern C, Kortüm K, Müller M, et al. Comparison of Two Toric IOL Calculation Methods. *J Ophthalmol* 2018; 2018: 2840246.
6. Ferreira TB, Ribeiro P, Ribeiro FJ, et al. Comparison of astigmatic prediction errors associated with new calculation methods for toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43(3): 340-347.
7. Nanavaty MA, Bedi KK, Ali S. Toric Intraocular Lenses Versus Peripheral Corneal Relaxing Incisions for Astigmatism Between 0.75 and 2.5 Diopters During Cataract Surgery. *Am J Ophthalmol* 2017; 180: 165-177.
8. Savini G, Nćser K, Schiano-Lomoriello D, et al. Optimized keratometry and total corneal astigmatism for toric intraocular lens calculation. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43(9): 1140-1148.
9. Cornut T, Touboul D, Rouglan S, et al. Refractive outcomes and precision in toric intraocular lens alignment using an automated alignment system. *J Fr Ophtalmol* 2018; 41(4): 291-301.
10. Fu Y, Yu X, Savini G, et al. Assessment of Corneal Keratometric and Astigmatism Measurements Using Verion System and Other Instruments in Cataract Patient. *Curr Eye Res* 2018; 11 [Epub ahead of print].