

Biləndərli L.Ş., Babayeva B.R., Əhmədova G.N.

OKULYAR BİOMETRİYA VƏ İNTRAOKULYAR LİNZALARIN GÜCÜNÜN HESABLANMASI: MÜQAYİSƏLİ TƏHLİL

Akademik Zərifə Əliyeva adına Milli Oftalmologiya Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan

E-mail: dr.leyla2015@gmail.com

<https://www.doi.org/>

Giriş

Müasir katarakta cərrahiyyəsinin müvəffəqiyyəti onun refraktiv nəticəsi ilə müəyyən edilir. Bu əməliyyatdan sonrakı nəticələrə təsir edən əsas amillərə gözün biometrik parametrlərinin ölçülməsində dəqiqlik, intraokulyar linzaların (İOL) optik gücünün hesablanması üçün formulaların seçilməsinə əsaslandırılmış yanaşma, linza konstantlarının davamlı optimizasiyası, həmçinin cərrahın tətbiq olunan linza seçimində dünya praktikasında mövcud olan müasir tendensiyalara bələd olması daxildir [1 – 4].

İmplantasiya olunan linzanın optik gücünün hesablanması üçün istifadə olunan formulalar son 30 il ərzində katarakta cərrahiyyəsinin inkişafı ilə yanaşı təkmilləşdirilmişdir. Bu formulalar gözün biometrik parametrlərinə əsaslanır. Bunlardan ən mühümləri aksial uzunluq (AU), keratometriya (K) və ön kameranın dərinliyidir (ÖKD). Tədqiqatlar göstərmişdir ki, göz biometrik ölçülərində hər 1 mm deviasiya K, AU, ÖKD üçün müvafiq olaraq 5,7 D, 2,7 D və 1,5 D postoperativ refraktiv xətalara səbəb ola bilər [2, 3].

Ədəbiyyatda müxtəlif etnik qruplara mənsub pasiyentlərin gözlərinin klinik və biometrik xüsusiyyətlərinə dair çoxsaylı məlumatlar mövcuddur ki, bu da öz növbəsində, xüsusilə multifokal intraokulyar linzaların implantasiyası zamanı əməliyyatdan sonrakı refraktiv nəticələrə təsir göstərir [4 – 6]. Bəzi populyasiya xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün əvvəlki tədqiqatımızda Azərbaycanın yetkin sakinləri arasında oftalmobiometrik audit apardıq [7].

Məqsəd – ənənəvi və süni intellekt (Sİ) əsaslı İOL gücünün hesablanması formulalarının müqayisəli təhlilini aparmaq.

Material və metodlar

İntraokulyar linzaların gücünün hesablanması RayOne Trifocal RAO603F (Rayner Surgical Group Limited, Böyük Britaniya) linzası üçün IOL Master 500 (Carl Zeiss Meditec AG, Almaniya) və ESCRS IOL Calculator (<https://iolcalculator.escrs.org>) vasitəsilə Hoffer Q, SRK-T, Holladay, Hill-RBF və Kane formulaları ilə aparılmışdır.

İntraokulyar linzaların gücünün nəzəri hesablanması Azərbaycan əhalisinin əvvəlki oftalmobiometrik audit zamanı müəlliflər tərəfindən əldə edilmiş gözün əsas biometrik parametrlərinin (AU, K, ÖKD) minimum, orta və maksimum dəyərlərinin kombinasiyası əsasında aparılmışdır [7].

Təhlilin asanlaşdırılması məqsədilə məlumatlar ən dəyişkən parametr olan AU-a uyğun olaraq 4 qrupa bölünmüşdür. 1-ci qrup – $AU \leq 22,00$ mm (AU, K və ÖKD-nin minimum, orta və maksimum dəyərləri müvafiq olaraq: 20,29 mm, 21,59 mm, 21,98 mm; 41,28 D, 45,25 D, 47,68 D; 2,12 mm, 2,78 mm, 3,67 mm); 2-ci qrup – AU 22,01-24,00 mm (AU, K və ÖKD-nin minimum, orta və maksimum dəyərləri müvafiq olaraq: 22,01 mm, 23,15 mm, 24,00 mm; 40,11 D, 44,28 D, 47,38 D; 2,04 mm, 3,10 mm, 4,32 mm); 3-cü qrup – AU 24,01-26,00 mm (AU, K və ÖKD-nin minimum, orta və maksimum dəyərləri müvafiq olaraq: 24,01 mm, 24,68 mm, 25,96 mm; 39,13 D, 42,96 D, 47,91 D; 2,31 mm, 3,42 mm, 4,19 mm); 4-cü qrup – $AU \geq 26,01$ mm (AU, K və ÖKD-nin minimum, orta və maksimum dəyərləri müvafiq olaraq: 26,01 mm, 28,71 mm, 36,82 mm; 39,05 D, 43,66 D, 47,48 D; 2,04 mm, 3,51 mm, 4,45 mm).

Nəticələr

1-ci qrupda AU eyni olduğu halda Hoffer, Holladay, Hill-RBF və Kane formulalarından istifadə edərək İOL gücü hesablandıqda 0,5-1,0 D diapazonda uyğunluq və ya fərq müşahidə olunmuşdur. Lakin minimum, orta və maksimum AU ilə sabit K və ÖKD dəyərləri əsasında müxtəlif formulalarla hesablanan linza gücü diapazonu 7,5 D təşkil etmişdir. Təqdim edilmiş qrup daxilində orta və maksimum AU və K dəyərləri minimum və orta ÖKD dəyərləri ilə birləşdirildikdə, dörd formul arasında tam uyğunluq əldə olunmuşdur.

Yuxarıdakı formulalardan istifadə edərək 2-ci qrupda AU eyni olduğu halda İOL gücünün hesablanması 0,5-1,0 D diapazonunda uyğunluq və ya fərq göstərmişdir. Müxtəlif formulalarla minimum, orta və maksimum AU dəyərləri ilə sabit K və ÖKD dəyərləri əsasında hesablanan linza gücü diapazonu 7,5 D olaraq qalmışdır. 2-ci qrupda dörd formul arasında tam uyğunluq bütün üç AU dəyərinin orta K ilə birləşdirilməsi və ya orta AU ilə K dəyərlərinin 44,28 D və 47,38 D kombinasiyası ilə əldə edilmişdir.

3-cü qrupda bütün üç AU dəyərləri ilə birlikdə orta ÖKD və K dəyərlərindən istifadə edildikdə, həmçinin $AU = 25,96$ mm, $K = 42,96$ D və minimum ÖKD dəyəri kombinasiyasında SRK-T, Holladay, Hill-RBF və Kane formulaları üzrə eyni nəticələr əldə edilmişdir. Müxtəlif formulalar üzrə nəticələr arasındakı fərq 1,5 D-ə qədər artmışdır. Ən böyük dəyişkənlik isə aşağıdakı biometrik kombinasiyada müşahidə olunmuşdur: maksimum AU/ minimum K/maksimum ÖKD.

4-cü qrupda dörd formula üzrə eyni İOL gücü dəyərləri müşahidə olunmamışdır. Ən kiçik dioptrik dəyişiklik orta ÖKD, minimum AU və üç K dəyərlərinin kombinasiyasında yaranmışdır. AU 35 mm-dən artıq olduqda (bizim tədqiqatda 36,82 mm), Hill-RBF və Kane formulaları ilə İOL gücünün hesablanması bu parametr üçün müəyyən edilmiş limit səbəbindən mümkün olmamışdır.

Yekun

Orta biometrik parametrlərə malik gözlərdə müxtəlif formulalardan istifadə etməklə İOL gücünün hesablanması oxşar və ya çox yaxın nəticələr verir. Biometrik parametrlərin statistik orta göstəricidən kənara çıxması və gözün “qeyri-

mütənasiblik” dərəcəsinin artması İOL gücünün hesablanmalarının dəyişkənliyini artırır. Buna görə də əhalinin oftalmobiometrik auditinin aparılması vacibdir. Bu, populyasiyada “qeyri-mütənasib” gözlərin xüsusiyyətlərini aydınlaşdıracaq və mümkün olduğu halda katarakta cərrahiyyəsinin optik komponentini optimallaşdırmağa imkan yaradacaq.

Açar sözlər: intraokulyar linza, süni intellekt, keratometriya, aksial uzunluq, ön kameranın dərinliyi

Bilandarli L.Sh., Babayeva B.R., Akhmadova G.N.

OCULAR BIOMETRY AND INTRAOCULAR LENS POWER CALCULATION: COMPARATIVE ANALYSIS

National Ophthalmology Centre named after Academician Zarifa Aliyeva, Baku, Azerbaijan

E-mail: dr.leyla2015@gmail.com

<https://www.doi.org/>

Introduction

The success of modern cataract surgery is determined by its refractive outcome. The main factors influencing these postoperative results are the accuracy of key ocular biometric measurements, motivated approach to selecting the formulas for intraocular lens (IOL) power calculation, continuous optimization of lens constants, and the surgeon’s awareness of current trends in global practice of applied lens selection [1 – 4].

Formulas for calculating the optical power of an implanted lens have been evolving over the past 30 years in parallel with the development of cataract surgery. They are based on biometric parameters of the eye the main ones being axial length (AL), keratometry (K) and anterior chamber depth (ACD). Studies have shown that every 1 mm deviation in ocular biometric measurements can result in postoperative refractive errors of 5,7 D, 2,7 D and 1,5 D for K, AL, ACD respectively [2, 3]. The literature contains numerous reports on the clinical and biometric characteristics of the eyes of patients of different ethnic groups, which, accordingly, affects postoperative refractive outcomes, especially with multifocal IOL implantations [4 – 6]. To identify some population characteristics, in our previous study, we conducted the ophthalmobiometric audit among adult residents of Azerbaijan [7].

Purpose – to compare the analysis of conventional and Artificial Intelligence (AI)-based IOL power calculation formulas.

Material and Methods

Intraocular lens power calculation was done for RayOne Trifocal RAO603F (Rayner Surgical Group Limited, UK) by IOL Master 500 (Carl Zeiss Meditec AG, Germany) and ESCRS IOL Calculator (<https://iolcalculator.escrs.org>) using formulas Hoffer Q, SRK-T, Holladay I, Hill-RBF, Kane.

The theoretical calculation of IOL power was carried out in combination with the minimum, average and maximum values of the eye's main biometric parameters (AL, K, ACD and WTW) obtained by authors during the previous ophthalmobiometric audit of the population of Azerbaijan [7].

For ease of analysis, the data were divided into 4 groups in accordance with AL as the most variable parameter. 1st group – AL \leq 22,00 mm (minimum, average and maximum value of AL, K and ACD – 20,29 mm, 21,59 mm, 21,98 mm; 41,28 D, 45,25 D, 47,68 D; 2,12 mm, 2,78 mm, 3,67 mm respectively); 2nd group – AL 22,01-24,00 mm (minimum, average and maximum value of AL, K and ACD – 22,01 mm, 23,15 mm, 24,00 mm; 40,11 D, 44,28 D, 47,38 D; 2,04 mm, 3,10 mm, 4,32 mm respectively); 3rd group – AL 24,01-26,00 mm (minimum, average and maximum value of AL, K and ACD – 24,01 mm, 24,68 mm, 25,96 mm; 39,13 D, 42,96 D, 47,91 D; 2,31 mm, 3,42 mm, 4,19 mm respectively); 4th group – AL \geq 26,01 mm (minimum, average and maximum value of AL, K and ACD – 26,01 mm, 28,71 mm, 36,82 mm; 39,05 D, 43,66 D, 47,48 D; 2,04 mm, 3,51 mm, 4,45 mm respectively).

Results

When calculating IOL power using Hoffer Q, Holladay I, Hill-RBF and Kane formulas in the 1st group within the same AL there was an agreement or a shift of 0,5-1,0 D. However, the range in lens power for minimum, average and maximum AL and constant K and ACD values using the different formulas was 7,5 D. Complete agreement across all four formulas was achieved when combining the mean and maximum AL and K values with the minimum and average ACD values within a given group.

Calculating IOL power using the above formulas in 2nd group within the same AL revealed agreement or a shift of 0,5-1,0 D. The range in lens power for minimum, average and maximum AL values and constant K and ACD values using the different formulas remained 7,5 D. In 2nd group complete agreement across all four formulas was achieved with a combination of all 3 AL values and mean keratometry, as well as with a combination of mean AL and keratometry of 44,28 and 47,38 D.

Identical results using the SRK-T, Holladay, Hill-RBF and Kane formulas were obtained for average ACD and K values in combination with all 3 axial length values included in 3rd group, as well as for AL = 25,96 mm, K = 42,96 D, and the minimum ACD value. The difference between the results obtained using the difference formulas increased to 1,5 D. The greatest variability was observed with the following biometric combination: maximum AL/minimum K/maximum ACD.

In 4th group no identical IOL power values were observed using the 4 formulas. The smallest dioptric fluctuations occurred with a combination of average ACD, minimum AL, and three K values. In case of AL exceeding 35 mm (in our case 36,82 mm). IOL calculation using the Hill-RBF and Kane formulas was not possible due to the established limit of the above-mentioned parameter.

Conclusion

Similar or very close IOL calculation results using various formulas are achieved in eyes with average biometric parameters. Deviations in biometric parameters from the statistical average and an increase in the degree of “disproportionality” of the eye increase the variability of IOL power calculations. Therefore, conducting

a population ophthalmobiometric audit is crucial. This will clarify the features of “disproportionate” eyes in a population and, where possible, optimize the optical component of cataract surgery.

Keywords: *intraocular lens, artificial intelligence, keratometry, axial length, anterior chamber depth*

ƏDƏBİYYAT | REFERENCES

1. Shoshi, F. *Refractive Outcomes After Cataract Surgery—The Impact of Preoperative Visual Acuity, the Intraocular Lens Model, and the Surgeon’s Experience: An Empirical Analysis of Hungarian and Kosovan Patients* / F.Shoshi, A.Xhafa [et al.] // *J. Clin. Med.*, – 2024. 13(23), – p. 7013. <https://doi.org/10.3390/jcm13237013>
2. Kirova, T. *Refractive results after cataract surgery in patients: calculation with Holladay II and Barrett Universal II formulas* / T.Kirova, I.Kuneva, L.Vojnov // *Biotechnol. Biotechnol. Equip.*, – 2023. 37(1). <https://doi.org/10.1080/13102818.2023.2209669>
3. Kinoshita, M. *Accuracy of New-Generation Intraocular Lens Power Calculation Formulas for Highly Myopic Eyes: A Multicenter Study in Japan* / M.Kinoshita, S.Goto, Y.Mori [et al.] // *Am. J. Ophthalmol.*, – 2025. 280, – p. 390-398. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2025.08.013>
4. Mu, J. *Updated study on demographic and ocular biometric characteristics of cataract patients indicates new trends in cataract surgery* / J.Mu, F.Xu, W.Guo [et al.] // *Sci. Rep.*, – 2025. 15, – p. 17289. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-02311-5>
5. Wang, D. *Ethnic differences in lens parameters measured by ocular biometry in a cataract surgery population* / D.Wang, B.Amoozgar, T.Porco [et al.] // *PLoS One*, – 2017. 12(6), – p. 0179836. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179836>
6. Das, K.K. *Ethnicity-Based Differences in Corneal Asphericity: Intraocular Lens Power Calculation, Image Quality, and Visual Acuity After Cataract Surgery Using Eye Models* / K.K.Das, R.Suryakumar, W.Lu [et al.] // *Clin. Ophthalmol.*, – 2025. 19, – p. 2463-2473. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S527570>
7. Касимов, Э.М. *Популяционные особенности офтальмобиометрических показателей в Азербайджане* / Э.М.Касимов, Л.Ш.Биландарли, Б.П.Бабаева // *Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı*, – 2023. 3(46), – p. 24-31. <https://doi.org/10.30546/2709-4634.2023.46.02124>