

A pre- és posztoperatív szaruhártya-asztigmia eloszlásbecslése biometriai adatbázisunk alapján

SZALAY LÁSZLÓ DR.¹, OROSZ EMÍLIA ¹, LŐRE TAMÁS OH², TÓTH-MOLNÁR EDIT DR.¹

¹Szegedi Tudományegyetem, Szemészeti Klinika, Szeged
(Igazgató: Dr. Tóth-Molnár Edit egyetemi docens)

²Szegedi Tudományegyetem, Szeged

Bevezetés: A tórikus műlencse választása esetén a standard keratometria nettó asztigmiaértékén alapuló, valamint a várható műtéti asztigmatiát figyelembe nem vevő szelekció félrevezető eredményt hozhat. Célunk a standard keratometria (SK), a regressziós formulával becsült teljes (RF) és a sebészileg indukált asztigmia (SIA) figyelembevételével is számolt asztigmiaértékek (RF-SIA) összevetése volt.

Módszer: Kiindulási adatokként IOLMaster500 biométeriánk adatbázisából nyert 50 éves vagy afeletti, 10 750 páciens 21 500 szemének adatai szolgáltak. Az interneten, szabadon elérhető Barrett Tórikus formulát VBA-makróval vezérelve számoltattuk a teljes becsült szaruhártya-asztigmatiát a SIA-val, illetve nélküle. A kapott eredményeket az SK-, RF- és RF-SIA-csoportokba rendezve hasonlítottuk össze.

Eredmények: Az SK-csoportban a szemek 31,9 és 13,3%-a (n=6851 és 2855) mutatott 1,0 és 1,5 D-át meghaladó asztigmatiát. Az RF-csoportban a becsült teljes asztigmia a szemek 34,0 és 14,4%-ában (n=7301 és 3090) bizonyult 1,0 és 1,5 D-nál nagyobbának. Az SK-tól eltérően az RF-csoportban 1,0 és 1,5 D asztigmia fölöttinek bizonyult 2648, illetve 1150, viszont 2198 és 915 szem esetén az asztigmia az SK-csoportban az 1,0 illetve 1,5 D-t meghaladta, ám az RF-csoportban alatta maradt. Az RF-SIA-csoportban az asztigmia az esetek 49,5 és 20,0%-ában (n=10 643 és 4306) haladta meg az 1,0 és 1,5 D-át. Az SK-csoporttól eltérően az RF-SIA-csoportban 1,0 és 1,5 D asztigmatiát meghaladja 6791 és 2716 szem, míg SK-csoporttól eltérően alatta maradónak bizonyult 2999 és 1265 szem esetében.

Következtetések: Eredményeink megerősítik, hogy a tórikus műlencseigény mérlegelésekor az elülső felszíni asztigmia dioptriaértékén túl nem csupán annak iránya, de a sebészileg indukált asztigmia figyelembevétele is ajánlott.

Estimation of pre- and postoperative corneal astigmatism based on our biometric database

Introduction: Toric lens selection based on net anterior keratometric value and/or without considering surgically-induced astigmatism (SIA), may lead to improper choice. Our aim was to compare the estimated astigmatic errors calculated by standard keratometry (SK) or a toric regression formula (RF) with or without SIA.

Methods: Biometric data (IOLMaster500, age: ≥ 50 yrs, 21,500 eyes of 10,750 cases) were analyzed. Estimating total corneal astigmatic error and SIA, we used an online, Barrett Toric calculator driven by a VBA-macro. The results were evaluated as groups of SK, RF, and RF-SIA.

Results: In SK, 31.9 and 13.3% of eyes (n=6851, 2855) are proved to have greater than 1.0 or 1.5 D astigmatic error. In RF, 1.0 and 1.5 D astigmatic error was greater in 34.0 and 14.4% of cases (n=7301, 3090). In contrast to SK, RF supposed greater than 1.0 and 1.5 D for 2648 and 1150 eyes. Inversely, in cases of 2198 and 915 eyes, the astigmatic error in RF was lower than 1.0 and 1.5 D, but greater with SK. Considering SIA, astigmatic error exceeded 1.0 and 1.5 D in 49.5 and 20.0% of eyes (n=10643, 4306) in RF-SIA. In contrast to SK values, RF-SIA's astigmatic errors were greater than 1.0 and 1.5 D in 6791 and 2716 eyes and remained lower than 1.0 and 1.5 D in 2999 and 1265 eyes in RF-SIA but still over in SK.

Conclusion: Our results confirm that a decision for toric IOL implantation requires consideration for not just the net anterior astigmatic value, but its course and SIA as well.

KULCSSZAVAK

asztigmia, direkt, ferde, inverz, tórikus

KEYWORDS

astigmatism, WTR, oblique, ATR, toric

Bevezetés

A tórikus műlencse-beültetés társadalombiztosítás általi támogatottsága a szürkehályog-elleni beavatkozás során történő refraktív korrekció lehetőségét jelentősen kiterjeszti. Az asztigmia csökkentésére történő igény felmérése természetesen egyénfüggő, ám amennyiben a tórikus műlencse-beültetésén való gondolkodást egy dioptriaérték elérésétől tesszük függővé, nem elhanyagolható szempont annak figyelembevétele, hogy a rutinszerű végzett standard keratometria (SK) csupán az elülső felszíni asztigmatiát méri, ám a teljes szaruhártya-astigmia a hátsó felszín eltérő geometriája miatt ettől jelentősen eltérhet. Szerencsére a hátsó felszín görbületi viszonyinak mérése is egyre szélesebb körben megoldható, ám ennek hiányában is lehetőségünk van a teljes szaruhártya-astigmia becslésére és jó posztoperatív eredmények elérésére a regressziós tórikus műlencsetervező formulák (RF) segítségével (1, 2, 8). További, a posztoperatív asztigmatiát jelentősen befolyásoló tényező az általunk, sebészileg indukált asztigmia (SIA) is, amelynek irányát egyrészt tág határok között megválaszthatjuk, másrészt mértékének meghatározása irányfüggésének és a műtéti technikák különbözőségei miatt egyéni paraméterezést tehet szükségessé (3, 10).

Amennyiben tehát a tórikus műlencse-beültetés indokoltságát pusztán az SK nettó asztigmatiaértéke alapján határoznánk meg, valószínűsíthetjük, hogy egy ilyen csoport nem tartalmazná mindazon szemeket, amelyek akár a hátsó felszíni asztigmatiát is becslő RF alapján, akár a tapasztalati SIA-t is figyelembe véve (RF-SIA) tűnnének tórikus korrekcióra indokoltnak. Természetesen fordított esetekre is számítanunk kellene, olyan szemekre, ahol az RF vagy RF-SIA alapján történő számolás jelezne inszignifikánsnak tekinthető asztigmatiaértéket.

Jelen vizsgálatunk során optikai biométerünk reprezentatív adatbázisa alapján az SK-val mért, illet-

ve Barrett Tórikus RF-fel becsült preoperatív, valamint az RF és SIA együttes figyelembevételével vélelmezett posztoperatív asztigmatiaértékek eltéréseit vizsgáltuk.

Anyag és módszer

Kiindulási adatokként az IOLMaster500 (Carl Zeiss Meditec, Oberkochen, Németország) biométer méréseit használtuk. Szűrve a mérés időpontjában 50 év vagy afelatti életkorú személyeket, akiknél mindkét szemén sikeres bulbus-hossz- és keratometriás mérés szerepelt, vélelmeztük, hogy ezen esetekben a műlencsetervezés szürkehályog miatt történt. Így 10 750, 50 éves vagy afelatti életkorú páciens (nő/férfi: 6808/3942 fő, életkor [átlag \pm sd]: 72,4 \pm 8,3 év) 21 500 szemének adatait vizsgáltuk.

Az anonimizált adatokat Excel táblából az interneten szabadon elérhető (<https://ascrs.org/tools/barrett-toric-calculator>), Barrett Tórikus kalkulátorba az általunk kifejlesztett VBA (Visual Basic for Applications) programnyelven írt makróval importáltattuk, számoltattuk a becsült teljes szaruhártya-astigmatiát SIA-val, vagy anélkül. A SIA mértékének és irányának számolására a következő, feltételezett sebészeti eljárást vettük alapul: 0,5 D-át meghaladó asztigmia esetén 80 és 150° közötti, SK asztigmatiaszög esetén a meredek tengely irányába helyezett seb, 80° alatti asztigmia esetén 90°-ba helyezett, 150° asztigmia fölött 150°-ba helyezett főseb. A 0,5 D-át meg nem haladó asztigmia esetén a fősebet 90°-ba helyezve vélelmeztük. A SIA mértékét a fősebet 90°-ba helyezve 0,6 D-nak, 150°-nál 0,4 D-nak, a két érték között pedig a két érték között lineárisan változóknak tekintettük (ellenkező irányba, 80°-ig hasonló mértékű eltéréssel számoltunk). Az eredményül kapott becsült asztigmatiaadatokat VBA-makróval Excel táblázatba exportálta, az eredmények elemzése ugyancsak a Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, Egyesült Államok) táblázatkezelőben történt.

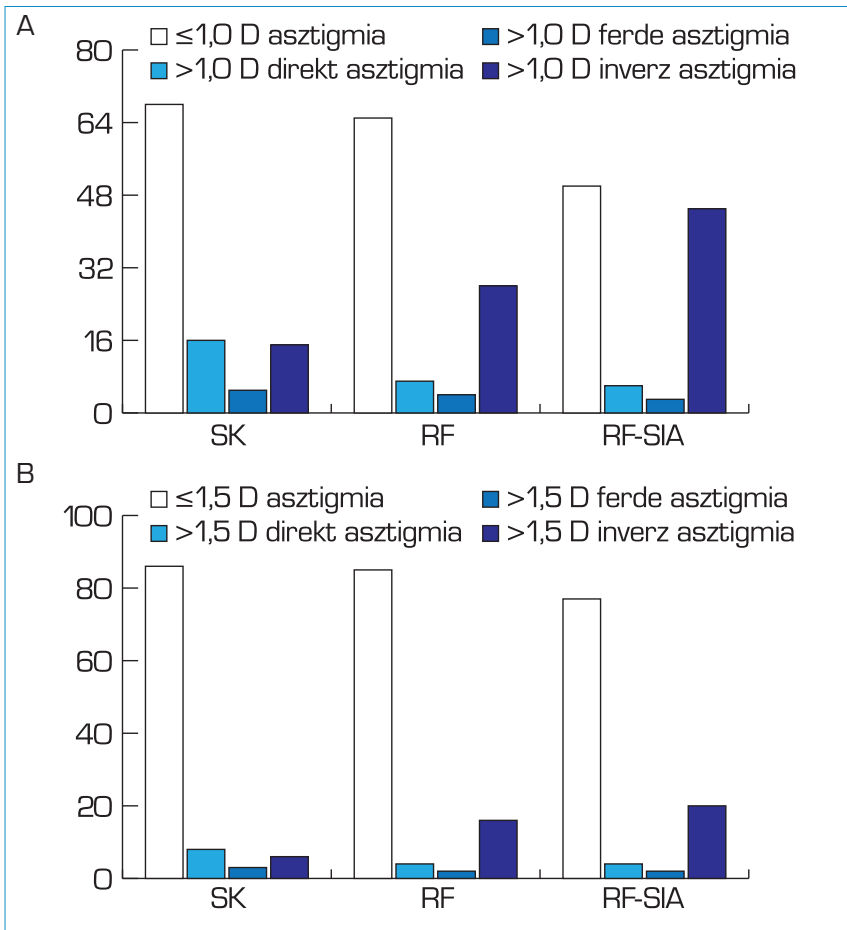
Szignifikáns mértékű asztigmianak az 1,0, illetve 1,5 dioptriát meghaladó asztigmatiaértékeket tekintettük, ezen szemeket az 0°–29°, valamint 150°–179° esetén az inverz, a 30°–59° vagy 120°–149° szögálláskor a ferde, a 60°–119° közé eső szögek esetén pedig a direkt asztigmia csoportjába soroltuk.

A vizsgálatok a Szegedi Tudományegyetem Regionális Kutatásaitikai Bizottságának engedélyével történtek.

Eredmények

Hagyományos keratometria (SK) szerint mérve a vizsgált szemek 31,9 és 13,3%-a (n=6851 és 2855) mutatott 1,0 és 1,5 D-át meghaladó asztigmatiát, míg a Barrett Tórikus RF alapján a becsült teljes asztigmia a szemek 34,0 és 14,4%-ában (n=7301 és 3090) bizonyult 1,0 és 1,5 D-nál nagyobbknak (1. ábra). Életkor szerinti fölosztásban tekintve a szignifikáns mértékű direkt asztigmia idővel csökkenő gyakorisággal jelentkezik mind SK, mind az RF szerint, ám az RF-fel számolt gyakoriságuk mintegy fele-harmada az SK által mutatott értékeknek. Ellenkező irányú változás figyelhető meg az inverz asztigmia eseteiben is, hol a korral járó előfordulási gyakoriságuk mindkét módszerrel számolva nő, ám az RF esetében a százalékos arányok mindegy kétszeresen haladják meg az SK vonatkozó értékeit. A ferde asztigmatiák aránya – függetlenül a számolás módszerétől – nem mutatott lényegi eltérést az életkor függvényében (1. táblázat). Hangsúlyozandó azonban, hogy az SK-tól eltérően az RF-csoportban 1,0 és 1,5 D asztigmatiát meghaladóknak bizonyult 2648, illetve 1150 szem (93 és 98%-ban az SK szöge szerinti inverz asztigmatiával), viszont 2198 és 915 szem esetén (96 és 94%-ban direkt asztigmatiával) az asztigmia az SK-csoportban az 1,0 illetve 1,5 D-át meghaladta, ám az RF-csoportban alatta maradt. Amennyiben az SK-val 1,0, illetve 1,5 D-nál nagyobb asztigmatiás szemek számát 100%-nak te-

1. ábra: Az 1,0 (A), illetve 1,5 D asztigmat (B) meghaladó és meg nem haladó szemek aránya standard keratometria (SK), a Barrett Tórikus regressziós formula (RF) valamint a Barrett Tórikus formula és a sebészileg-indukált asztigmia (RF-SIA) alapján számolva

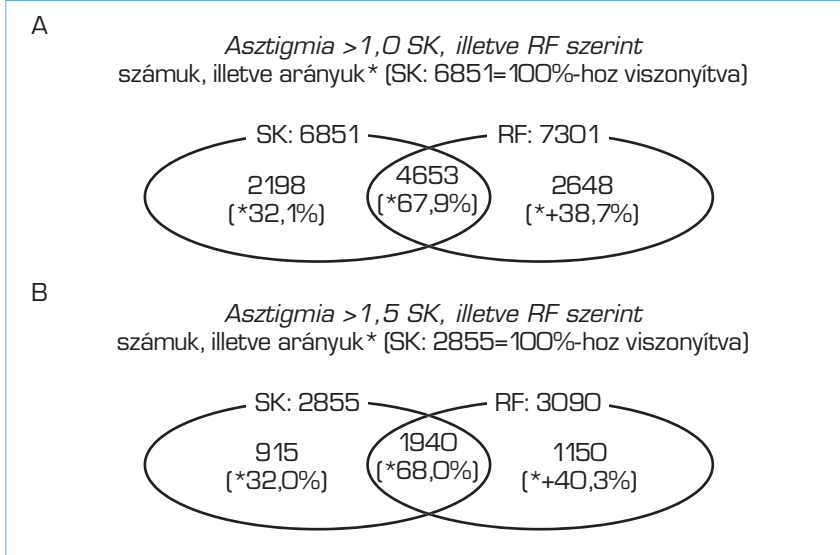


kintjük, úgy SK és RF közös esetei ennek 67,9 és 68,0%-át képezi, ám az RF-csoport SK-val egybe nem eső részének még további, 38,7, illetve 40,3%-nyi vizsgált szem tekinthető (2. ábra). Az RF-SIA-csoportban az asztigmia az esetek 49,5 és 20,0%-ában (n=10 643 és 4306) haladta meg az 1,0 és 1,5 D-át. Az SK-csoporttól eltérően a RF-SIA-csoportban 1,0 és 1,5 D asztigmat meghaladja 6791 és 2716 szem (SK szöge szerinti 5%, 34%, 61%-ban, illetve 0%, 7%, 93%-ban direkt, ferde és inverz asztigmatiával), míg az SK-csoport (92 és 91%-ban direkt asztigmatiájú) eseteitől eltérően alatta maradónak bizonyult 2999 és 1265 szem esetében. Az egyes csoportok 1 és 1,5 D asztigmat meghaladó eseteit az SK megfelelő csoportszámához (SK: 100%) viszonyítva a szemek mintegy 56,2 és 55,7%-ában mind az SK, mind az RF-SIA által számolva >1, illetve >1,5 D szaruhártya-asztigmatiájúnak becsültek, ám az RF-SIA alapján számolva további, 99,1 és 95,1%-nyi szem haladta meg az 1 és 1,5 D asztigmatértékeket (3. ábra). Az SK-val, valamint az RF-fel számolt eredményeket összevetve az RF-fel becsült asztigmatia 1,0, illetve 1,5 D belül maradó eseteiben ugyanezen szemek

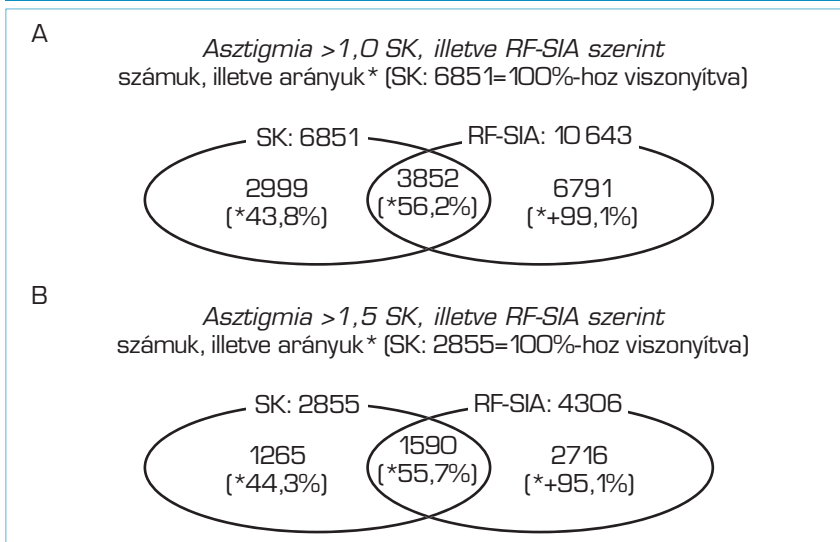
1. táblázat: A standard keratometriával (SK, A), illetve a Barrett Tórikus regressziós formulával (RF, B) számolt 1,0, illetve 1,5 dioptriát meghaladó asztigmatiájú szemek aránya életkor szerint

A		Asztigmia mértéke és iránya SK szerint (%)						
Életkor	≤1,0 D	>1,0 D			≤1,5 D	>1,5 D		
		direkt	ferde	inverz		direkt	ferde	inverz
50-59	63,1	28,5	3,1	5,3	81,2	15,0	1,4	2,4
60-69	69,2	20,6	3,3	7,0	87,5	8,8	1,4	2,3
70-79	70,6	13,5	3,2	12,7	88,3	5,6	1,3	4,7
80-	63,2	9,4	4,2	23,2	84,3	3,9	1,6	10,2
B		Asztigmia mértéke és iránya RF szerint (%)						
Életkor	≤1,0 D	>1,0 D			≤1,5 D	>1,5 D		
		direkt	ferde	inverz		direkt	ferde	inverz
50-59	72,6	12,6	3,1	11,8	87,7	6,7	1,3	4,3
60-69	73,8	7,0	2,8	16,4	89,7	3,6	1,2	5,5
70-79	65,6	4,5	2,1	27,8	86,2	2,1	0,9	10,8
80-	52,2	2,7	3,0	42,1	77,1	1,3	1,1	20,6

2. ábra: A standard keratometriával (SK) és a Barrett Tórikus regressziós formulával (RF) számolt 1,0 (A), illetve 1,5 dioptriát meghaladó asztigmiajú (B) szemek száma és * a teljes SK-csoportszámhoz viszonyított százalékos aránya



3. ábra: A standard keratometriával (SK) és a Barrett Tórikus regressziós formula alapján, a sebészileg-indukált asztigmia figyelembevételével (RF-SIA) számolt, 1,0 (A), valamint 1,5 dioptriát meghaladó asztigmiajú (B) szemek száma * és a teljes SK-csoportszámhoz viszonyított százalékos aránya



SK-val számolt asztigmiaérték-maximuma (direkt asztigmiaik esetén) 1,77 és 2,38 D-át is eredményezhettek. Ugyanakkor inverz asztigmiajú szaruhártyákon az SK-val mért 0,47 és 0,98 D asztigmia az RF-fel becsülve már meghaladhatta a 1,0 és 1,5 D szaruhártya-asztigmiait.

Megbeszélés

A teljes szaruhártya-asztigmia pusztán a szaruhártya elülső felszínének görbületi sugarainak különbségéből pontosan nem becsülhető. A hátsó szaruhártyafelszínen létrejövő asztigmatikus hiba ugyanis az elülső felszíni asztigmiaától irányfüggést

is mutat, a teljes szaruhártya-asztigmia mértékét direkt asztigmia esetén csökkenti, inverz eseteiben növeli. Az elülső felszíni keratometriás értékek és a teljes szaruhártya-refrakció összefüggését használják ki a regressziósnak nevezett tórikus műlencsetervező formulák, amelyek a jellemzően használt elülső felszíni keratometria és az egyéb biometriai adatok alapján a teljes szaruhártya-asztigmia pontosabb becslését teszik lehetővé (1, 2, 6).

Az általunk használt reprezentatív minta előképűl a Csákány és munkatársai által közölt hasonló jellegű és méretű biometriai adatbázis szolgálhat (5). Megemlítendő különbség azonban a vizsgált személyek életkorbeli eltérése: az átlagéletkor esetünkben 72,4, míg a hivatkozott közleményben ez csupán 54,5 év. Miképp eredményeink – a korábbi eredményekkel egyezően – jól mutatják a standard keratometriával becsült szaruhártya-asztigmia korfüggő változásait (4, 7), úgy feltételezhető, hogy ez az eltérés magyarázza az adatbázisunkban a már SK-val is szignifikáns mértékben inverz asztigmiajúknak tekintett szemek nagyobb arányát.

Ugyanakkor kiemelendők tartjuk, hogy az RF-fel számolt szignifikáns mértékű, teljes szaruhártya-asztigmia gyakorisága – a direkt asztigmia előfordulásának korrall járó csökkenése, valamint az inverz asztigmia korfüggő gyakoriságnövekedésének megfelelően – a hagyományos keratometriás (SK) szaruhártya-asztigmiaéhoz képest az 50–69 éves korosztályban alacsonyabb, míg 70 év felett magasabb.

Figyelemreméltó az inverz asztigmias esetek jelentős száma is: ezt egyrészt a vizsgált szemek életkora, az RF használata, valamint a SIA általunk alkalmazott algoritmus is magyarázza. Az RF által becsült hátsó felszíni asztigmia ugyanis – leegyszerűsítve – az elülső felszínen mért direkt asztigmia mértékét csökkenő mértékben követve csökkenti, inverz asztigmia esetén pedig – annak mértékéhez képest csökkenő mértékben ugyan – növe-

li a szaruhártya össz-asztigmatiáját. Mivel magasabb életkor mellett az inverz asztigmia SK-val kimutatott gyakorisága önmagában is nő, a Barrett Tórikus formulával tapasztalt fokozottabb arányok bár nem váratlanok, ám mértékük meglepő. További, az inverz asztigmia irányába ható tényező a főseb általunk választott elhelyezése is: ez, bár a direkt asztigmia esetén közel optimális, ám inverz esetekben a már meglévő optikai hibát fokozza. Ez utóbbi megállapítás tekinthető egyben a függőleges tengely közelében végzett bemetszés kritikájának is, hiszen épp az RF-fel legnépesebbnek talált, inverz asztigmia esetén okoz további, esetlegesen már tórikus lencsét igénylő fénytörési hibát. Olyan esetekben tehát, ahol a megfelelő irányú SIA az RF-fel már szignifikáns mértékűnek tekintett asztigmatiát még kompenzálni képes – pusztán az asztigmia szempontjából –, a főseb (RF által számolt) meredek tengelyben történő elhelyezése tűnik optimálisnak.

Az időskori szürkehályog eseteiben a rejtőzködő, fordított asztigmia –

a SIA-tól függetlenül is – érdemel figyelmet, hisz ilyen esetekben pl. az SK-val mért $\sim 0,5\text{--}1,0$ D asztigmatiértéket az RF-fel számolt mintegy $0,5$ D-val meghaladhatja! (Ezzel ellentétes foratókönyv szerint direkt asztigmia esetén az SK az RF-hez képest legalább ekkora mértékű fölübecslést eredményez.) Ez a nem elhanyagolható eltérés okozza, hogy az SK-val szignifikáns mértékűnek becsült esetek csupán $2/3$ -a valószínűsített az RF által is jelentősnek, ám ezen felül, mintegy $3/5$ -nyi eset szaruhártya-asztigmatiája az SK alapján nem, hanem csupán az alkalmazott Barrett Tórikus formulával számolva tűnik jelentősnek. A SIA figyelembevételével, regresszív formulával számolt szaruhártya-asztigmia ennél még jelentősebb eltérést eredményez a pusztán keratometriával becsülthöz képest: ugyan az SK-val jelentős asztigmatiájának tűnő esetek mintegy felében RF-SIA szerint is posztoperatív szignifikáns mértékű asztigmia valószínűsíthető, ám a mind SK, mind RF-SIA által is jelentős mértékűnek becsült eseteknél majdnem kétsze-

res azon szemek száma, amelyeken az SK szerint nem, de az RF-SIA-val számolt asztigmia jelentős mértékűnek vélelmezett! Amennyiben az RF becslését és a SIA mértékét a valós szaruhártya-viszonyok az SK-nál jobb leírásának tekintjük, eredményeink alapján látható, hogy az RF, valamint a SIA eredményeihez képest az SK dioptriaértéke a várható asztigmia becslésére önmagában nem elegendő. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy a regressziós formulák által becsült adatok bár közelítik, ám nem jelentik a valós értékeket: feltételezhető, hogy a hátsó felszín regressziós formulák általi becslése helyett annak pontos mérése jelentheti a teljes szaruhártya-asztigmia megnyugtató módon történő meghatározását, a hibás korrekciók elkerülésének jó esélyét (9).

Azonban mindezen készségek rutinszerű eléréséig a szférikus/tórikus műlencse mérlegelése kapcsán (a SIA figyelembevétele mellett) a standard keratometria pusztán asztigmatiáértékén túl, annak irányának figyelembevétele is megfontolandó!

IRODALOM

1. Abulafia A, Barrett GD, Kleinmann G, Ofir S, Levy A, Marcovich AL, Michaeli A, Koch DD, Wang L, Assia EI. Prediction of Refractive Outcomes With Toric Intraocular Lens Implantation J Cataract Refract Surg 2015; 41 (5): 936–944.
2. Abulafia A, Koch DD, Wang L, Hill WE, Assia EI, Franchina M, Barrett GD. New Regression Formula for Toric Intraocular Lens Calculations J Cataract Refract Surg 2016; 42 (5): 663–671.
3. Borasio E, Mehta JS, Maurino V. Surgically Induced Astigmatism After Phacoemulsification in Eyes With Mild to Moderate Corneal Astigmatism: Temporal Versus On-Axis Clear Corneal Incisions. J Cataract Refract Surg 2006; 32 (4): 565–572.
4. Collier Wakefield O, Anoh R, Nanavaty MA. Relationship Between Age, Corneal Astigmatism, and Ocular Dimensions With Reference to Astigmatism in Eyes Undergoing Routine Cataract Surgery. Eye (Lond) 2016; 30 (4): 562–569.
5. Csákány B, Hagyó K, Barcsay Gy, Resch M. Biometriai értékek eloszlása 12.337 vizsgálat alapján. Szemészet 2012; 149 (3): 204–206.
6. Ferreira TB, Ribeiro P, Ribeiro FJ, O'Neill JG. Comparison of Astigmatic Prediction Errors Associated With New Calculation Methods for Toric Intraocular Lenses. J Cataract Refract Surg 2017; 43 (3): 340–347.
7. Jin YY, Zhou Z, Yuan XY, Song H, Tang X. Effect of the Posterior Corneal Surface on Total Corneal Astigmatism in Patients With Age-Related Cataract. Int J Ophthalmol 2018; 11 (6): 958–965.
8. Nagy ZZs, Tóth M, Kiss H. A hagyományos és regressziós formulával elért eredmények összehasonlítása tórikus műlencsetervezés során. Szemészet 2019; 156 (3): 105–108.
9. Németh G, Módos L. A hátsó corneális felszín hatásával is korrigáló tórikus műlencse-kalkulátorral kapott elméleti eredmények. Szemészet 2017; 154 (2): 82–86.
10. Nikose AS, Saha D, Laddha PM, Patil M. Surgically Induced Astigmatism After Phacoemulsification by Temporal Clear Corneal and Superior Clear Corneal Approach: A Comparison. Clin Ophthalmol 2018; 3; 12: 65–70.

LEVELEZÉSI CÍM

Dr. Szalay László, Szemészeti Klinika, 6720 Szeged, Korányi fasor 10–11.
E-mail: szalay.laszlo@med.u-szeged.hu