

Mária utcai füzetek

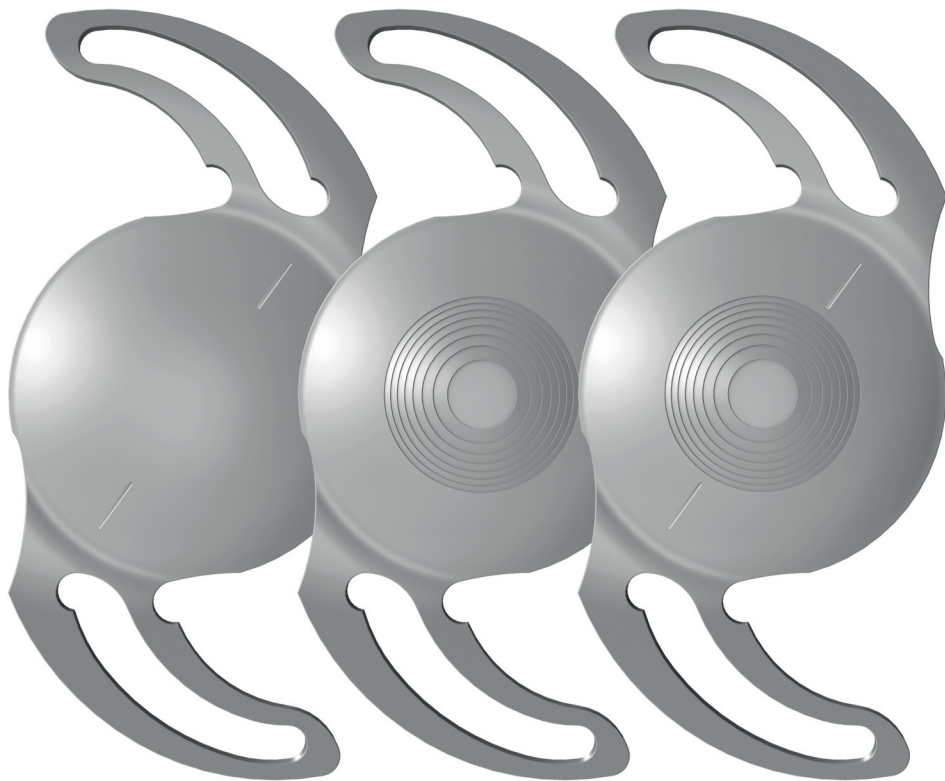


Kiadó: Semmelweis Egyetem ÁOK Szemészeti Klinika, Felelős szerkesztő: Prof. Dr. Nagy Zoltán Zsolt
IV. évfolyam. 2018 /1. szám

ISSN 2416-240X



B!FLEX PRÉMIUM INTRAOKULÁRIS LENCSEK



MEDICENTUR

Kereskedelmi iroda
1123 Budapest,
Csörsz u. 13.
Tel.: +36 1 214 2032
Fax: +36 1 214 2026

Központ
2072 Zsámbék,
Herceghalmi út 1.
Tel.: +36 23 565 555
Fax: +36 23 342 226

iol@medicentur.hu
www.medicentur.hu

A közlemény a Magyar Implantációs és Refraktív Sebészeti Társaság (SHIOL) 2018. évi kongresszusán elhangzott előadás alapján készült.

Szerkesztette: Dr. Resch Miklós

Lektorálta: Dr. Vámosi Péter

Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar

Szemészeti Klinika

1085 Budapest, Mária u. 39.

Telefon: +36 20 825 8472

E-mail: miklosresch@gmail.com

Tisztelettel és szeretettel köszöntöm a kiadvány olvasóit!

Immár az 5. száma készült el a nemrégiben újraindított Mária utcai füzeteknek.

Jelen kiadványban a corneális astigmatiával kapcsolatos ismereteket foglaltuk össze, amely a modern szürkehályog sebészet kapcsán új jelentőségre tett szert. A közlemény szerzője idén részesült SHIOL Emlékérem kitüntetésben. A kiadvány a SHIOL 2018-as kongresszusán elhangzott előadásának anyagát foglalja össze.

Köszönjük a Medicontur Kft-nek a kiadvány megjelentetéséhez nyújtott támogatását.

Kívánom, hogy minden érdeklődő kolléga és rezidens haszonnal forgassa a Mária Utcai Füzetek 5. számát.

Budapest, 2018. május

Dr. Nagy Zoltán Zsolt
igazgató
SE Szemészeti Klinika

Németh Gábor: A corneális astigmia – tények és kérdőjelek

Gábor Németh: Corneal astigmatism – facts and doubts

osztályvezető főorvos

Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház
Miskolc

A corneális astigmia mintegy 225 éve ismert szemészeti paraméter. Az utóbbi 25-30 évben a látásminőség igényének jelentős növekedésével előtérbe került az astigmia korrigálása, melynek főleg a műtéti lehetőségei az elmúlt években rohamosan fejlődtek.

A jelen kiadvány célja elősorban nem az astigmatiával kapcsolatban rendelkezésre álló adatok mindenre kiterjedő tankönyvi részletezése, hanem szubjektíven választott néhány újabb és érdekes adat felvetése, egyes félreértések és számos olyan aspektus tárgyalása, melyek irodalmi ellentmondásoknak és vitáknak adtak és adnak alapot.

1. Az astigmia története

Thomas Young 1793-ban, 20 éves orvostanhallgató korában fedezte fel, hogy a két szeme közti „dioptria-rendszerben” hiba lehet, mert az egyikkel nem lát jól (1). Úgy fogalmazott, hogy „fényes pontra nézek 1 percre, ami elveszti pontszerűségét, és csillag/kereszt alakot vesz fel, az alakja pedig változik a távolságtól függően”. *Young* szubjektíven mérte a saját fénytörési hibáját ($-4,0$ D sph) és akkomodációját is, majd egy díjazott előadáson beszélt róla (Bakerian Lecture) 1801-ben (2). A problémát, illetve a jelenség okát ($-1,7$ D tg 90° astigmia) viszont még nem nevezte meg.

George Biddell Airy saját szemén fedezte fel az astigmia jelenségét, *Young*-tól függetlenül; úgy fogalmazott, hogy „kis objektumot kettőzve látok” (3). Ő ezt a jelenséget „malformációnak”, „irreguláris refrakció”-nak nevezte el, és 1825-ben számolt be róla a Cambridge Philosophical Society ülésén (4,5). *Airy* mutatta be az astigmatiát korrigáló cylinderes lencsét 1825-ben (3,6), más források szerint 1827-ben (7,8).

William Whewell nevéhez fűződik az „astigmatismus” elnevezése 1846-ból (9-10); később, *Bumstead*, *Donders* és *Artal* által vált jól meghatározott fogalomná vált az astigmatismus, 1860-tól (11-13).

A kezdeti felfedezéseket és az astigmia egyszerű tényének elfogadását viszonylagos „nyugalom” és jellemzően nem-műtési korrekció követte mintegy 200 éven át. Az utóbbi 25-30 évben került előtérbe az astigmia műtési korrekciója a keratorefraktív műtétek elterjedése kapcsán. Később a modern lencseműtétek térhódításával folytatódott ez a folyamat, melyek során a műtési technika rohamos fejlődésével, az egyre kisebb műtési sebbel egyre nagyobb igény mutatkozott az astigmia korrekciójára. A technikai fejlődéssel és a pontosság igényének növekedésével emellett számtalan új kérdés vetődött fel.

2. Etimológia és terminológia

Az astigmatismus szó az „a” görög fosztóképző és a „*stigmatos*” (a „*stigma*” birtokos esete, jelentése „pont”) összetételéből alakult ki, magyar fordítása a „pont nélküli leképezés”. Az Orvosi Szótár és az Orvosi Helyesírási Szótár szerint az astigmatismus és az astigmia, mint két szóalak, egymás szinonímája. Az astigmatismus elnevezés azonban etimológiailag nem pontos (14). Míg a „*stigma*” *anyagi, kézzelfogható* pontot jelent, a „*stigma*” jelenti a *geometriai* pontot, mely az astigmiával kapcsolatban a megfelelő változat. Így az „*astigmia*”, vagy esetleg az „*astigmismus*” szó használata lenne a helyes a nemzetközi irodalomban is. A Magyarországon elfogadottan használt „*astigmia*” szó corneával kapcsolatos utolsó megjelenése azonban a külföldi irodalomban egy 1978-as közleményben lelhető fel.

Terminológiai kérdés, hogy az astigmia esetén melyik szó a helyes a tengely jelölésére: az *axis*, vagy a *meridián*? Míg a *meridián* szó cornea esetén használandó annak nagyobb törőerejű tengelyének meghatározására; értéke 0 és 180 fok közötti. Az *axis* szó viszont csak szemüveglencse esetén használható: azt a *meridiánt* jelöli, ahol a törőerő zéró. Így hibás például az *on-axis* kifejezés is, melyet katarakta műtét során készített sebhelyzet leírására rendszeresen használunk.

3. Etiológia

A corneális astigmia kialakulásában szerepet játszanak genetikai tényezők, melyek ellentmondásosan, de döntően autoszomális domináns öröklődést igazolnak (15-17). Környezeti hatások lehetséges szerepe mellett (18-20) mechanikai interakció etiológiai szerepe is igazolódott a cornea és a szemhéjak, valamint a cornea és az extraocularis izmok közt (21).

4. Definíció

Az American Academy of Ophthalmology 2007-es definíciója szerint az astigmia egy refraktív hiba (ametropia), mely esetén a párhuzamos fény-sugarak a nem-akkomodáló szembe érkeve nem fókuszálódnak a retina síkjában. Fontos tudni, hogy az astigmia egy vektor, vagyis méret és irány/tengely jellemzi.

5. A corneális astigmia mérése és értékelése

A corneális astigmia meghatározói a görbületi sugarak az elülső- és hátsó corneális felszínen, a két felszín közti távolság (vagyis a cornea vastagsága) és a refraktív indexek. Az astigmia-vektor nagysága a legnagyobb keratometriás különbség, az astigmia-vektor tengelye pedig a (leg)nagyobb keratometriás érték iránya/tengelye.

A corneális astigmia hagyományos meghatározásának lépései:

1. a cornea görbületi sugarainak mérése
2. a keratometriás értékek számítása
3. az astigmia mértékének, vagyis a legnagyobb keratometriás különbségnek a meghatározása
4. az astigmia tengelyének, vagyis a legnagyobb törőerejű keratometriás tengelynek a meghatározása

A cornea görbületének mérése többféle eszközzel lehetséges (keratometerek, topográfok, optikai biometerek, Scheimpflug kamerák, OPD Scan, néhány elülső szegmentum OCT, és egyes, speciális képalkotók), melyek a corneális centrumtól különböző távolságra mérnek. A műszerek a centrumtól való különböző mérési távolságok használata és a képalkotáshoz használt optikai módszerek különbségei miatt nem ugyanazt a keratometriás eredményt adják ugyanazon szem esetén, így kedvelt irodalmi témaként sokszor kérdéses, hogy melyik műszer eredményét fogadjuk el, és melyiket használjuk.

A keratometriás értékek számítása

A hagyományos módszerekkel (hagyományos keratometerek, topográfok és optikai biometerek) csak az elülső corneális felszín görbületi sugarait mérjük. A keratometriás értékek számítása egy képlet segítségével lehetséges:

$$K=(n-n')/r$$

A képletben „K” a keratometriás érték dioptriában kifejezve.

Az „n” a cornea keratometriás indexe (vagy módosított refraktív indexe), mely nem valódi refraktív index (=1,3375), mert a cornea refraktív indexe a

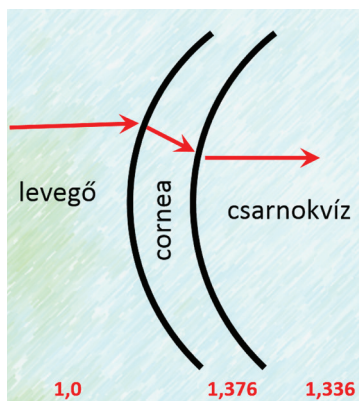
valóságban 1,376. A módosítás oka, hogy a hátsó corneális felszín hatását így próbálja kompenzálni (-6,0 D átlaggal számol).

Az „ n ” a levegő refraktív indexe ($=1,0$).

Az „ r ” pedig az elülső felszínen mért görbületi sugár.

Ez a matematikai számítás megdöntött feltételezéseket vesz alapul, mert:

- az elülső és a hátsó corneális görbületnek nem állandó az aránya, vagyis nem mindenkinél ugyanaz
- a hátsó corneális astigmia tengelye nem minden esetben egyezik meg az elülső felszínivel
- a corneális vastagság is befolyásoló tényező
- az anatómiai és az optikai tengely nem minden esetben egyezik meg egymással



1. ábra: A corneát elérő fénysugarak a cornea elülső és hátsó felszínén is megtörnek. A megtörés mértéke a törőközege refraktív indexeinek különbségétől függ. A cornea és a levegő refraktív indexe közt nagy a különbség (1,376 vs. 1,0), a cornea és a csarnokvíz közt pedig jelentősen kisebb (1,376 vs. 1,336).

A corneának két törőfelszíne van. Az elülső, konvex felszínen a levegő és a cornea refraktív indexében nagy a különbség. A hátsó, konkáv felszín „negatív lencse”-ként viselkedik; a cornea, valamint a csarnokvíz közti refraktív index különbsége kicsi ($=0,04$).

6. A hátsó corneális astigmia szerepe

A hátsó corneális felszín szerepe ismert volt korábban is, de a törőerejét a fent említett refraktív indexbeli (cornea vs. csarnokvíz) kis különbség miatt elhanyagolhatónak gondolták, és csak becsülték, mert nem volt közvetlen mérési lehetőség. A hátsó corneális felszín „újrafelfedezése”, és „új” lei-

rása Douglas D. Koch (1) nevéhez fűződik; a 2012 decemberében közölt eredményei a téma állandóan idézendő alapjául szolgálnak (22).

A hátsó corneális astigmatia mértéke nem hanyagolható el (22), mértéke és tengelye ma már közvetlenül is mérhető (pl. Orbscan, Pentacam, Galilei, Sirius, Cassini, Visante OMNI, Cassia). Astigmatia-korrektúra esetén figyelmen kívül hagyása a nem tervezett posztoperatív reziduális astigmatia egyik fő oka; tórikus műlencse beültetésénél pedig kiemelt szerepe van, főleg kisebb toricitásnál (23). A tórikus műlencse implantáció tervezésénél mérni, és/vagy képlettel/nomogrammal becsülni kell (24). Erre alkalmasak például *Baylor*, *Barrett*, vagy *Adelaide* módszerei, valamint a műlencse-specifikus tórikus kalkulátorok beépített alul-, vagy felülkorrigálási lehetőségei. Emellett érdekes új adat, hogy a hátsó corneális astigmatia figyelembe vétele nem-tórikus műlencse esetén is javítja a predikciós hibát: Haigis formula esetén 8,0% javulást igazolt *Oliver Findl* a 0,5 D-án belüli posztoperatív, szférikus refrakciós hiba előfordulási arányában (25).

A hátsó corneális astigmatia mértéke 0,3-0,5 D (22,26), és nagyobb, mint 0,5 D 12,56%-ban (26). Többségében direkt irányú (22,26), mely definíció szerint azt jelenti, hogy a függőleges tengelyben kisebb, vagyis negatívabb a keratometriás érték dioptriában kifejezve. Az elülső és a hátsó astigmatia tengelye több mint 5 fokkal különbözik az esetek 32,29%-ában (26); a tengelyek közti összefüggés direkt astigmatia esetén csak közepes, indirekt esetén pedig gyenge (22). A hátsó corneális astigmatia legtöbbször növeli a teljes szem indirekt astigmatia mértékét, ezért nem szabad a szimulált keratometriás értékek alapján direkt irányúnak mért astigmatiát műtétes módszerek használata során túlkorrigálni.

7. A corneális astigmatia populációs eltérései és prevalenciája

A corneális astigmatia vonatkozásában populációs és nemek közti különbségek is ismertek (27,28). Észak-amerikai és latin népesség esetén magasabb értékeket mértek, nők esetén pedig a keratometriás értékek általában magasabbak (29). Ismertek életkori különbségek is: fiatalokon többségében direkt irányú, idősebbeken jellemzően indirekt irányú a corneális astigmatia tengelye. Patológiás corneákon nagyobb a mérési különbség, a szemszín betegségei pedig nehezítik a mérést és annak pontosságát is rontják. Ismert, hogy az astigmatia tengelyének mérési ismételhetősége gyenge, a standardnak számító biometer (IOLMaster) esetén is (30).

A corneális astigmatia átlagos mértéke 0,97 D, és a vizsgált populáció tulajdonságaitól jelentősen függ (1. táblázat). A fiziológiásnak tartott tar-

ományba (0,4-0,6 D) a populáció 19%-a tartozik (29), szférikus cornea (-0,25- +0,25 D cyl) pedig 12%-ban fordul elő (29). A corneális astigmatia nagyobb, mint 0,5 D a populáció 70-75%-ában, emellett több mint 1,5 D 13-20%-ban (1. táblázat).

Szerző (publikáció éve, kronológiai sorrend)	esetszám (szem)	mérőeszköz	forrás, populáció	astigmatia átlag vagy medián (D)	>0,5 D (%)	>1,5 D (%)
<i>Ferrer-Blasco T.</i> (2009) (31)	4540	RM-KR-8800	Spanyolország	0,9	41,2	22,2
<i>Hoffmann PC.</i> (2010) (32)	23239	IOLMaster	Németország	0,98	73,7	16
<i>Khan M.</i> (2011) (33)	1230	IOLMaster	Anglia	1,03	75,53	20,5
<i>Csákány B.</i> (2012) (34)	12337	IOLMaster	Magyarország	1,12	N/A	N/A
<i>Guan Z.</i> (2012) (35)	1430	IOLMaster	Kína	0,9	88,8	20,54
<i>Németh G.</i> (2013) (29)	1092	IOLMaster	Magyarország	0,89	73,53	13,55
<i>Chen W.</i> (2013) (36)	4831	IOLMaster	Kína	1,01	76,86	18,49
<i>Tsorbatzoglou A.</i> (2013) (37)	1097	IOLMaster	Magyarország	N/A	N/A	7,4
<i>De Bernardo M.</i> (2014) (38)	757	IOLMaster	Olaszország	1,02	76,62	17,58
<i>Cui Y.</i> (2014) (39)	6750	IOLMaster	Dél-Kína	0,9	N/A	23
<i>Oh E.</i> (2015) (40)	2847	manuális keratometer	Korea	0,79	49,9	10,4
<i>Curragh D.</i> (2017) (41)	2080	IOLMaster/ NIDEK KM-500	Észak-Írország	1,09	75	22,1
<i>Ferreira T.</i> (2017) (42)	13012	Lenstar	Portugália	1,08	~74,5	~22
<i>Duman R.</i> (2018) (43)	1233	NIDEK AL Scan	Törökország	0,84	~64%	~12%
<i>Huang Q.</i> (2018) (44)	6933	IOLMaster	Kína	1,0	73,06	N/A

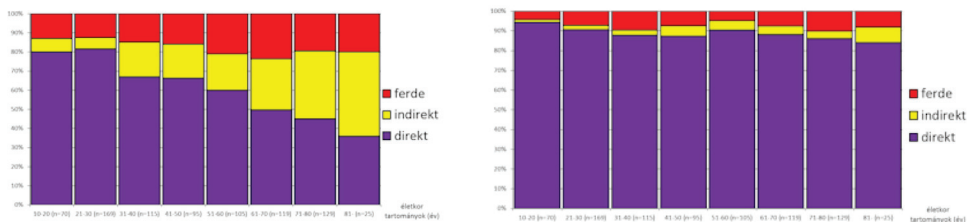
1. táblázat: Az elmúlt 10 évben közzétett nagyobb esetszámú tanulmányok a corneális astigmatia prevalencia nagy populációs eltéréseit és különbözőségeit mutatják. N/A: nincs idevonatkozó adat a közleményben.

Fontos tény, hogy a 0,51 D és 1,49 D közötti tartományba eső corneális astigmatia prevalenciája 50-58,5% közt van (29,11,33,36). Ennek a magas

aránynak azért van jelentősége, mert ebben a tartományban az astigmatia műtéti korrigálása kérdéses, illetve nem elég hangsúlyos; indokolatlanul keveset foglalkozunk vele.

A corneális astigmatia tengelye keresztmetszeti adatok alapján indirekt irányú változáson megy át az életkorral előrehaladva, annak elülső felszínén (29,31,36,42); emellett viszont a hátsó corneális felszínen nincs jelentős életkori változás (26) (2. kép). A tengely változásának klinikai jelentősége van tórikus műlencse tervezett implantációja során; fiatal szemén végzett katarakta műtétnél figyelembe kell/kellene venni, és nem szabad azt túlkorrigálni a szimulált keratometriás adatok alapján.

A tengelyváltozásról szóló leírások döntően keresztmetszeti adatokból következtetnek a változásra (ez önmagában is érdekes téma), melynek dinamikáját tekintve 3 fő teória vált ismertté. A legtöbb irodalmi forrás folyamatos életkori változást ír le (45,46). Egy új elmélet szerint (két-töréspontos elmélet, „non-linear trend”), az elülső corneális felszínen az astigmatia tengelye 18-35 éves életkor közt 0,13 D/10 év „gyorsasággal”, 36-68 éves életkor közt 0,45 D/10 év „gyorsasággal” változik indirekt irányba, majd átlagosan 69 éves életkor után ismét lassulás következik be (47). A 2018-ban, Naeser által publikált elmélet szerint viszont a corneális astigmatia 50 éves korig stabil, ezután a keratometriás és a teljes corneális astigmatia is 0,25 D mértékű indirekt irányú változást mutat minden tíz évben. A hátsó felszín törőereje emellett 50 éves kor után -0,35 D-ről -0,23 D-ra csökken, csökkentve az indirekt astigmatia mértékét (48).



2. ábra: A cornea elülső felszínén az astigmatia tengelye az életkor előrehaladtával indirekt irányba változik (bal oldali kép), míg a hátsó corneális felszínen (jobb oldali kép) az astigmatia tengelye lényeges változáson nem megy át (saját adatokból készült ábrák).

8. A corneális astigmia korrekciójának lehetőségei

- *nem műtétes megoldások (szemüveg; kontaktlencse):*
 - nem véglegesek
 - változtathatók/reverzibilisek
- *műtétes módszerek (keratorefraktív műtétek; katarakta műtét során alkalmazott incíziós módszerek, illetve tórikus műlencse implantáció):*
 - invazívak
 - a posztoperatív időben változhat az eredményük (corneális incíziók)
 - egyes módszerek ismételhetőek (pl. limbális relaxációs incízió)
 - mások módosíthatóak (tórikus műlencse tengelye)
 - a korrekció mértéke tervezhető, de nagy a hibahatár és sok a hibaforrás

9. A műtétes astigmia-korrekciós módszerekkel kapcsolatos kérdések:

Mennyi astigmatizmust szabad/szükséges korrigálni?

Továbbra sem teljesen tisztázott a kérdésre adott válasz, fontos az egyedi elbírálás is. Tény, hogy a reziduális astigmia multifokális műlencse implantálás után a betegelégedetlenség fő oka (49). A több mint 1,0 D maradék refraktív astigmia jelentősen rontja a látóélességet távolra és közelre is (50), emellett viszont a kisebb mint 0,5 D astigmia korrekciójának nincs további hatása a vízusra (51). Irodalmi adat, hogy néhány betegnél a vízus kissé romlik, ha 0,3 D alá csökken az astigmia (52), melynek oka a normális neurális adaptáció gyengítése lehet (51,52). Műtéti célként ezért a műtét előtt közel megegyező, tehát a páciens által korábban megszokott irányú, de annál kisebb mértékű astigmia fogadható el, az astigmia tengelyének jelentős megváltoztatása, illetve átfordítása pedig nem javasolt.

Vizsgálták a kismértékű, egyszerű, indirekt myopiás astigmia szerepét műlencsebeültetés után. Ismert, hogy a szem vertikális felbontóképessége távolra tekintéskor jobb direkt astigmia esetén (53), közelre tekintéskor pedig indirekt astigmia esetén esnek a retina síkjába a vertikális kép-komponensek, tehát ebben az esetben élesebbek. Kismértékű, indirekt, myopiás astigmia esetén a vízszintes a retina előtti képpért felelős tengely, a horizontális tengely a myopiás, a vertikális tengely az emmetropiás. Szemüvegkorrekció esetén a hatástalan tengely függőleges (ez a mínusz). A vizsgálatok megállapították, hogy műlencsés szemben ilyen típusú astigmia esetén a távoli látás nem rosszabb, ha az astigmia mértéke 0,5 D alatti (54-60). Kismértékű, indirekt

myopiás astigmia javítja a közeli vízust (54-60), illetve a pszeudoakkomodációt (56), ezekkel összefüggésben pedig az angol- és latin betűtípusok olvashatóságát is, különösen műlencsés szemén (54-61). Ezzel kapcsolatba hozható érdekes irodalmi adat, hogy a látókéregben több a vertikális orientációt preferáló sejt, a betűk felszálló (d) és leszálló (p,y) vertikális szárai ezért jó vezetőfonalak az agyi felismeréshez (62).

Corneális astigmia: mennyit tudunk korrigálni?

A corneális astigmia korrekciójának mértéke keratorefraktív műtéttel technikafüggően maximum 5,0-6,0 D. Lencseműtétek során az incíziók helyes megválasztásával, hagyományos clear corneális incízió esetén (<3,0 mm) 0,3-0,6 D (63-66), egymással szemben elhelyezett, dupla clear corneális seb esetén (angolban opposite clear corneal incision, OCCI) kb. 1,0-1,5 D (67-69), limbális relaxációs bemetszéssel pedig kb. 1,0-3,0 D (70-72) korrekció érhető el. Szűrkehályogműtét során, tórikus műlencse beültetésével a reguláris topográfiás astigmia korrekciója mértékének elvi határa nincs, gyakorlati határt jelent a műlencse dioptria elérhetősége, bár ma Magyarországon szinte minden cylinderérték elérhető, vagy gyártható.

Corneális astigmia korrekció: mennyire kiszámítható?

A kiszámíthatóság a nem tervezett reziduális astigmia mértékét és előfordulási arányát jelenti. A kiszámíthatóságnak számos korlátozó tényezője ismert:

1. A sebészileg indukált astigmia jelenléte, bizonytalansága és időbeni változása. Incíziós módszerek közül az OCCI technika esetén a hatás időben klinikailag minimálisan, de csökken, 9 hónapos követés idő után vizsgálva (73), a limbális relaxációs incízió hatása emellett akár 10 hét után stabilizálódhat klinikai szempontból, három éves követési időben vizsgálva (74).
2. Tórikus műlencse esetén minél kisebb a szükséges műlencse toricitása, annál gyengébb a korrekció kiszámíthatósága (75); ez a tény megkérdőjelezi az 1,0-1,5 D-ánál kisebb műlencse-toricitás gyakorlati használhatóságát is.
3. Az incíziós módszerek és tórikus műlencse esetén is korlátozó tényezőként szerepel a hátsó corneális astigmia nem számított hatása és az egyéni sebgyógyulási faktorok, valamint a biomechanikai jellemzők befolyásoló hatása.
4. A keratometriai mérések variabilitása: átlagosan 0,24-0,46 D mértékű, IOLMaster 500 esetén például ez az adat 0,28 D (76).

5. Az astigmia tengelyének mérési pontatlansága (30), mely főleg kis cylinderoknál fokozott mértékű (77).
6. A szemfelszín állapota, a könny ozmolaritása is befolyásoló tényező (78).
7. A cyclotorsio esetleges szerepe.
8. A tórikus műlencse posztoperatív rotációja.
9. A tórikus műlencse toricitásának gyártási hibája (mislabeling), mely akár 0,25 D mértékű is lehet.

A nem tervezett reziduális astigmia mértéke és előfordulási aránya tórikus műlencse implantáció után

Több irodalmi forrás elemzi ezen eredményeket:

- a reziduális refraktív cylinderigény mértéke AcrySof tórikus műlencse beültetése után 0,45-0,7 D közötti (75,79-81)
- a posztoperatív astigmia kisebb mint 1,0 D AcrySof tórikus műlencse beültetése után a páciensek 70,55%-a esetén (82)
- szemüveges korrekció nem szükséges AcrySof tórikus műlencse beültetése után az esetek 61,0%-ában, 6 hónapos követési idő után (79)
- a reziduális cylinder $\geq 0,50$ D és/vagy a műlencse rotációja $\geq 10^\circ$, AcrySof tórikus műlencse esetén (75):
 - 50,5% a T3 csoportban
 - 35,7% a T4 csoportban
 - 27,2% a T5 csoportban
 - direkt astigmia esetében túlkorrigált 36,4%-ban (kisfokú astigmia esetén gyakoribb)
 - indirekt astigmia esetében alulkorrigált 37,6%-ban
- tórikus műlencse (Tecnis Toric) implantáció után 30 szemből 8 esetben a reziduális astigmia $>1,0$ D volt (83), a vizsgált 8 esetben:
 - a hátsó corneális astigmia $>0,6$ D vagy a műlencse rotáció $>5^\circ$ volt

A cyclotorsio klinikai szerepe: irodalmi adatok

A cyclotorsio mértéke átlagosan 2 és 4 fok közötti (84-88); egyes irodalmi adatok szerint pedig átlagosan kisebb mint 2 fok, így akár klinikai jelentősége is megkérdőjelezhető (89,90). Megjegyzendő azonban, hogy bizonyos százalékban a cyclotorsio mértéke klinikailag is jelentős lehet, így mindenképpen javasolt tórikus műlencse beültetés esetén a tengelyt ülő helyzetben bejelölni. 3D infravörös video-oculographiával igazolták, hogy binocularisan nincs, vagy legalábbis elhanyagolható a cyclotorsio mértéke (90,91). Egy

újabb közleményben összehasonlították a „szabályos jelölési módszer”-rel nyitott sebek és a „sebészi intuíció” alapján végzett műtétek eredményeit (92), mely utóbbi annyit jelentett, hogy külön tengely-jelölés nélkül, a műtőasztalon készült a sebnyitás a sebész „tapasztalata” és megszokása alapján. Ebben a vizsgálatban bár vektoranalízissel, statisztikailag kimutatható különbségeket igazoltak a két vizsgálati csoport közt, azonban a kétféle technika között nem volt számottevő, vagyis klinikailag szignifikáns különbség a reziduális astigmatiát, az indukált astigmatiát, a magasabb rendű aberrációkat és a posztoperatív vízust tekintve sem. Persze a műtét előtti tengelyjelölést ez alapján az eredmény alapján nem szabadna elhagyni...

A sebészileg indukált astigmia

Minden corneális seb mérhető astigmatiát indukál, még a 2,0 mm alattiak is (93). A nagyobb seb, illetve az OCCI technika nagyobb astigmatiát indukál (67,94). A temporális sebek astigmia-indukciója kisebb (95), a felső sebek indirekt, a temporális sebek direkt astigmatiát indukálnak. Minél nagyobb a preoperatív astigmia, annál nagyobb az indukció mértéke (96). A seb alakja, hossza is befolyásolja mértékét, így téve az indukált astigmatiát sebészfüggővé (97). Az előlő mellett a hátsó szaruhártya-felületen is indukálódik, egyes adatok szerint ez inkább igaz nagyobb mértékű szimulált keratometriai értékek esetén (22,98). Az indukció kiszámíthatóságát azonban a keratometriás mérés nagy variabilitása és az astigmia tengely mérésének gyenge ismételhetősége korlátozza (30). Az indukált astigmia léte és helyes használata szűrkehályog műtét során előnyként használható.

Az indukált astigmia értékelésével kapcsolatban felmerülő kérdések:

1. Változik-e a posztoperatív szakban?

Ez a kérdés elsősorban a corneális sebgyógyulással van összefüggésben. A cornea refraktív szempontból elért stabilitása akár 2 hét alatt kialakulhat (99), más források szerint azonban csak 1 év (100,101) után alakul ki. Felmerülő kérdés, hogy a valódi stabilizálódás után észlelt statisztikai „változás” nem-e csak a keratometria mérési variabilitásának a következménye?

2. Befolyásolja-e az életkor előrehaladása?

Az astigmia tengelye változik az életkorral, jellemzően indirekt irányba. A műlencsebeültetés utáni hosszútávú astigmia változásról kevés a longitudinális adat; 10 és 20 éves, longitudinális követés során műlencsés

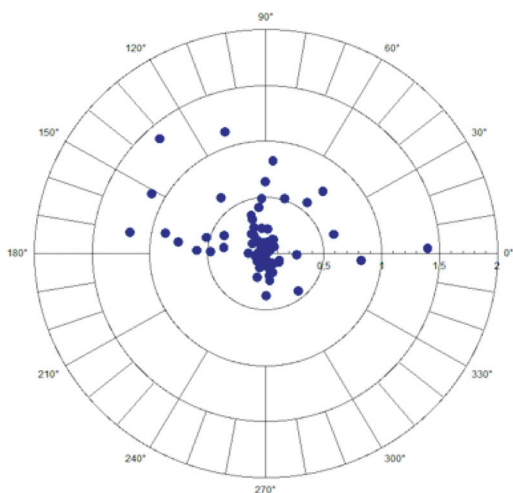
szemekben (153, illetve 74 szem) azt tapasztalták, hogy az astigmatia tengelyének változása katarakta műtét után is hasonlóan folytatódik, mint phakiás szemeken (102, 103).

3. A vektoranalízis eltérő módszerei más-más értékeket adnak?

Az indukált astigmatia is vektor, tehát nagysága és iránya van. A sebészileg indukált astigmatia értékelése során ezért a pre- és posztoperatív keratometriai értékek egyszerű matematikai összeadása és kivonása helytelen. Az astigmatia vektorok katarakta műtét során előidézett változásának mérésére számos módszert írtak le:

- A *Holladay-Cravy-Koch*-féle vektoranalízis a pre-, és posztoperatív keratometria adatokból számol (99), az eredményt polárgrafikonon jeleníthetjük meg (3. ábra).
- Az *Alpin*-féle vektoranalízis módszer (101) során 3 vektorérték, a megcélzott/tervezett indukált astigmatia vektor, a sebészileg, ténylegesen indukált vektor és egy különbségvektor segítségével értékelik a sebnyitás által létrehozott astigmatia változását. Sikerességi indexként a különbségvektor és a megcélzott indukált astigmatia vektor hányadosát definiálja ez a módszer.
- A jelenleg leggyakrabban használt módszer a *Larry N. Thibos* által leírt módszer (104). A *Thibos*-módszer polárvektorok számításával, Jackson-féle J_0 és J_{45} vektorokra bontja az astigmatia-vektorokat és centroid számítást végez, ami a J_0 és J_{45} vektorok átlagaként jellemzi az adott operatőr adott típusú corneális sebre jellemző sebészileg indukált astigmatiáját.

Ezek a különböző módszerek ugyanazt a szemészeti paramétert, az indukált astigmatia vektort másként írják le. Lényeges, hogy mind helyes eredményt adnak, így a módszer megnevezése igen fontos bármilyen vektoranalízis-eredmény interpretálása során.



3. ábra: A polargrafikonon az indukált astigmia vektorok végpontjait jelöljük. Minden egyes pont egy esetet jelez. A pontok origótól való távolsága mutatja az indukált astigmia nagyságát, elhelyezkedése pedig az indukált astigmia meridiánját.

4. A biomechanika milyen szerepet játszik a sebészileg indukált astigmia kialakításában?

Az indukált astigmia hagyományos felfogása a corneát egy merev, rugalmatlan anyagnak tekinti. A corneális biomechanika jelentős módosulása magyarázhatja -legalábbis részben- az indukált astigmia életkori változását is. Felvetődött a biomechanikai jellemzők és a váratlan refraktív hiba közti összefüggés (105). Igazolták a szaruhártya biomechanikáját mérő ORA készülék által mért corneális hysteresis és a sebészileg indukált astigmia közti összefüggést (106), emellett egy újabb műszer, a CorVis ST által mért biomechanikai paraméter, a deformációs amplitúdó és az indukált astigmia összefüggése is ismert (107).

Összefoglalás

A corneális astigmia egy összetett, időben/életkorral is változó, minden aspektusában még nem megértett/leírt szemészeti paraméter. Mértéke átlagosan mintegy 1,0 D, és akár 20%-ban is nagyobb mint 1,5 D. Műtéti korrekciója lehetséges és szükséges, de ennek kívánatos mértéke továbbra is kérdéses. Kiszámíthatóságát számos tényező befolyásolja, így a nem ter-

vezett és korrigálendő maradék astigmatiával számolni kell. A sebészileg indukált astigmatiát előnyként használhatjuk fel. A corneális astigmatia tengelye változik az életkorral, melynek dinamikája még nem tisztázott, de hatását érdemes figyelembe venni. A hátsó corneális felszín hatása elfogadottá vált és klinikai szereppel bír.

Az astigmatia lencseműtét során végzett korrekciójának fő célja csökkenteni, de legalább nem növelni a preoperatív meglévő astigmatiát. Cél a kisebb mint 0,5 D posztoperatív corneális astigmatia elérése, az astigmatia tengelyének lényeges megváltoztatása pedig kerülendő. Főleg fiatal szemeken a direkt astigmatiát nem szabad túlkorrigálni, idősebbeken pedig felmerülhet kiskokú indirekt myopiás astigmatia kialakítása is.

Irodalomjegyzék

1. Coggin D. "Notes on the Centennial Anniversary of the Discovery of Astigmatism". Boston Med Surg J 1893;128:136-137
2. Young T. Philosophical transactions of the Royal Society of London. 1801;91:23-88
3. Levene JR. "Sir George Biddell Airy, F.R.S. (1801-1892) and the Discovery and Correction of Astigmatism". Notes and Records of the Royal Society of London. 1966;21:180-19
4. Ming W. Irregular Astigmatism: Diagnosis and Treatment. (22 October 2007) ISBN 9781556428395. Archived from the original on 28 October 2016
5. Airy GB. "On a peculiar Defect in the Eye, and a mode of correcting it". Transactions of the Cambridge Philosophical Society. 1827, Archived from the original on 28 October 2016.
6. Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. Clin Exp Optom 2007;90:5-19
7. Jason P (2006). Adaptive optics for vision science: principles, practices, design, and applications. ISBN 9780471679417. Archived from the original on 28 October 2016
8. Alexander W, Frank O. Thomas Young Natural Philosopher 1773-1829. Archived from the original on 28 October 2016
9. Donders, Franciscus Cornelis (1866). Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges. Archived from the original on 28 October 2016
10. "The Rev. Mr. Goodrich and His Visual Problem". Archived (PDF) from the original on 6 March 2012
11. Bumstead JF. A Few Remarks on Astigmatism. Boston Med Surg J 1863;69:280-284
12. Donders FC (1862). Astigmatismus und cylindrische Gläser. Archived from the original on 6 November 2016
13. Artal P, Tabernero J. Optics of human eye: 400 years of exploration from Galileo's time. Applied Optics 2010;49: D123
14. Grzybowski A, Kanclerz P. Beginnings of Astigmatism Understanding and Management in the 19th Century. Eye Contact Lens 2017 Nov 14. doi: 10.1097/ICL.0000000000000449 [Epub ahead of print]
15. Dirani M, Islam A, Shekar SN, Baird PN. Dominant genetic effects on corneal astigmatism: the genes in myopia (GEM) twin study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008;49:1339-44
16. Clementi M, Angi M, Forabosco P, Di Gianantonio E, Tenconi R: Inheritance of Astigmatism: Evidence for a Major Autosomal Dominant Locus. The American Journal of Human Genetics 1998;63:825-830
17. CREAM Consortium. A genome-wide association study of corneal astigmatism: The CREAM Consortium. Mol Vis 2018;24:127-142. eCollection 2018
18. Teikari J, O'Donnell JJ, Kaprio J, Koskenvuo M. Genetic and environmental effects on oculometric traits. Optom Vis Sci 1989;66:594-599
19. Teikari JM, O'Donnell JJ. Astigmatism in 72 twin pairs. Cornea 1989;8:263-266
20. Lee KE, Klein BE, Klein R, Fine JP. Aggregation of refractive error and 5-year changes in refractive error among families in the Beaver Dam Eye Study. Arch Ophthalmol 2001;119:1679-1685
21. Read SA, Collins MJ, Carney LG. The influence of eyelid morphology on normal corneal shape. Invest Ophthalmol Vis Sci 2007;48:112-119
22. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. J Cataract Refract Surg 2012;38:2080-2087
23. LaHood BR, Goggin M, Esterman A. Assessing the Likely Effect of Posterior Corneal Curvature on Toric IOL Calculation for IOLs of 2.50 D or Greater Cylinder Power. J Refract Surg 2017;33:730-734
24. Ferreira TB, Ribeiro R, Ribeiro FJ, O'Neill JG. Comparison of Methodologies Using Estimated or Measured Values of Total Corneal Astigmatism for Toric Intraocular Lens Power Calculation. J Refract Surg 2017;33:794-800
25. Findl O, Hirsnschall N, Buehren T, Trost M. Accuracy of spherical equivalent using standard keratometry compared to new true keratometry measurement using posterior cornea surface curvature. Absztrakt: ESCRS; 2017. október 8, Lisszabon, Portugália. <http://www.es CRS.org/Lisbon2017/programme/free-papers-details.asp?id=27933>
26. Nemeth G, Berta A, Lipcz A, Hassan Z, Szalai E, Modis L Jr. Evaluation of posterior astigmatism measured with Scheimpflug imaging. Cornea 2014;33:1214-1218
27. Goss DA, Erickson P. Meridional corneal components of myopia progression in young adults and children. Am J Optom Physiol Opt 1987;64:475-481
28. Dobson V, Miller JM, Harvey EM. Corneal and refractive astigmatism in a sample of 3- to 5-year-old children with a high prevalence of astigmatism. Optom Vis Sci 1999;76:855-860
29. Nemeth G, Szalai E, Berta A, Modis L Jr. Astigmatism prevalence and biometric analysis in normal population. Eur J Ophthalmol 2013;23:779-783

30. Shammas HJ, Chan S. Precision of biometry, keratometry, and refractive measurements with a partial coherence interferometry-keratometry device. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1474-1478
31. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:70-75
32. Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1479-1485
33. Khan MI, Muhtaseb M. Prevalence of corneal astigmatism in patients having routine cataract surgery at a teaching hospital in the United Kingdom. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1751-1755
34. Csákány B, Hagyó K, Barcsay Gy, Resch M. Biometriai értékek eloszlása 12.337 vizsgálat alapján. *Szemészet* 2012;149:204-206
35. Guan Z, Yuan F, Yuan YZ, Niu WR. Analysis of corneal astigmatism in cataract surgery candidates at a teaching hospital in Shanghai, China. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1970-1977
36. Chen W, Zuo C, Chen C, Su J, Luo L, Congdon N, Liu Y. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Chinese patients. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:188-192
37. Tsobatzoglou A. Optikai biometria során mért 1,5 D feletti preoperatív cornealis astigmia előfordulási arányának meghatározása katarakta műtétre kerülő betegeinknél. Magyar Műlencse Implantációs és Refraktív Sebészeti Társaság (SHIOL) Kongresszusa, előadás, 2013
38. De Bernardo M, Zeppa L, Cennamo M, Iaccarino S, Zeppa L, Rosa N. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Caucasian patients. *Eur J Ophthalmol* 2014;24:494-500
39. Cui Y, Meng Q, Guo H, Zeng J, Zhang H, Zhang G, Huang Y, Lan J. Biometry and corneal astigmatism in cataract surgery candidates from Southern China. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:1661-1669
40. Oh EH, Kim H, Lee HS, Hwang KY, Joo CK. Analysis of anterior corneal astigmatism before cataract surgery using power vector analysis in eyes of Korean patients. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1256-1263
41. Curragh DS, Hassett P. Prevalence of Corneal Astigmatism in an NHS Cataract Surgery Practice in Northern Ireland. *Ulster Med J* 2017;86:25-27
42. Ferreira TB, Hoffer KJ, Ribeiro F, Ribeiro P, O'Neill JG. Ocular biometric measurements in cataract surgery candidates in Portugal. *PLoS One* 2017;12:e0184837
43. Duman R, Duman R, Cetinkaya E, Sabaner MC, Inan S, Doğan M, Doğan I. Analysis of corneal astigmatism with NIDEK axial length scan in caucasian cataract surgery candidates. *Niger J Clin Pract* 2018;21:456-61
44. Huang Q, Huang Y, Luo Q, Fan W. Ocular biometric characteristics of cataract patients in western China. *BMC Ophthalmol* 2018;18:99
45. Bennett AG. A new approach to the statistical analysis of ocular astigmatism and astigmatic prescriptions. *Front Optom* 1984;2:35-42
46. Wakefield OC, Annoh R, Navavaty MA. Relationship between age, corneal astigmatism, and ocular dimensions with reference to astigmatism in eyes undergoing routine cataract surgery. *Eye* 2016;30:562-569
47. Shao X, Zhou KJ, Pan AP, Cheng XY, Cai HX, Huang JH, Yu AY. Age-Related Changes in Corneal Astigmatism. *J Refract Surg* 2017;33:696-703
48. Naeser K, Savini G, Bregnhøj JF. Age-related changes in with-the-rule and oblique corneal astigmatism. *Acta Ophthalmol* 2018 Jan 25. doi: 10.1111/aos.13683
49. Amesbury EC, Miller KM. Correction of astigmatism at the time of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2009;20:19-24
50. Wolffsohn JS, Bhogal G, Shah S. Effect of uncorrected astigmatism on vision. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:454-460
51. Villegas EA, Alcón E, Artal P. Minimum amount of astigmatism that should be corrected. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:13-19
52. Artal P, Chen L, Fernández EJ, Singer B, Manzanera S, Williams DR. Neural adaptation for the eye's optical aberrations. *J Vis* 2004;4:281-287
53. Campbell FW, Kulikowski JJ, Levinson J. The effect of orientation on the visual resolution of gratings. *J Physiol* 1966;187:427-436
54. Singh A, Pesala V, Garg P, Bharadwaj SR. Relation between uncorrected astigmatism and visual acuity in pseudophakia. *Optom Vis Sci* 2013;90:378-384
55. Nagpal KM, Desai C, Trivedi RH, Vasavada AR. Is pseudophakic astigmatism a desirable goal? *Indian J Ophthalmol* 2000;48:213-216
56. Navavaty MA, Vasavada AR, Patel AS, Raj SM, Desai TH. Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1091-1097

57. Trindade F, Oliveira A, Frasson M. Benefit of against-the-rule astigmatism to uncorrected near acuity. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:82-85
58. Nagpal KM, Desai C, Trivedi RH, Vasavada AR. Is pseudophakic astigmatism a desirable goal? *Indian J Ophthalmol* 2000;48:213-216
59. Verzella F, Calossi A. Multifocal effect of against-the-rule myopic astigmatism in pseudophakic eyes. *Refract Corneal Surg* 1993;9:58-61
60. Bradbury JA, Hillman JS, Cassells-Brown A. Optimal postoperative refraction for good unaided near and distance vision with monofocal intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 1992;76:300-302
61. Verzella F, Calossi A. Multifocal effect of against-the-rule myopic astigmatism in pseudophakic eyes. *Refract Corneal Surg* 1993;9:58-61
62. Sensory System I: Vision and Visual Systems. Readings from the Encyclopedia of Neuroscience. <https://books.google.hu/books?id=vGn5BwAAQBAJ>. 2013, publisher: Birkhäuser Boston
63. Wang J, Zhang EK, Fan WY, Ma JX, Zhao PF. The effect of micro-incision and small-incision coaxial phaco-emulsification on corneal astigmatism. *Clin Exp Ophthalmol* 2009;37:664-669
64. Can I, Takmaz T, Yildiz Y, Bayhan HA, Soyugelen G, Bostanci B. Coaxial, microcoaxial, and biaxial microincision cataract surgery: prospective comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:740-746
65. Kim EC, Byun YS, Kim MS. Microincision versus small-incision coaxial cataract surgery using different power modes for hard nuclear cataract. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1799-1805
66. Barequet IS, Yu E, Vitale S, Cassard S, Azar DT, Stark WJ. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:418-423
67. Nemeth G, Kolozsvári B, Berta A, Modis L Jr. Paired opposite clear corneal incision: timerelated changes of its effect and factors those changes depend on. *Eur J Ophthalmol* 2014;24:676-681
68. Khokhar S, Lohiya P, Murugiesan V, Panda A. Corneal astigmatism correction with opposite clear corneal incisions or single clear corneal incision: comparative analysis. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1432-1437
69. Tadores A, Habib M, Tejwani D, Von Lany H, Thomas P. Opposite clear corneal incisions on the steep meridian in phacoemulsification: early effects on the cornea. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:414-417
70. Müller-Jensen K, Fischer P, Siepe U. Limbal relaxing incisions to correct astigmatism in clear corneal cataract surgery. *J Refract Surg* 1999;15:586-589
71. Carvalho MJ, Suzuki SH, Freitas LL, Branco BC, Schor P, Lima AL. Limbal relaxing incisions to correct corneal astigmatism during phacoemulsification. *J Refract Surg* 2007;23:499-504
72. Ouchi M, Kinoshita S. Prospective randomized trial of limbal relaxing incisions combined with microincision cataract surgery. *J Refract Surg* 2010;26:594-59
73. Németh G, Hassan Z, Flaskó Zs, Módos L. A sebészileg indukált astigmatismus hatásának hosszú távú elemzése kettős corneális seb készítése után. *Szemészet* 2016;153:116-122
74. Lim R, Borasio E, Ilari L. Long-term stability of keratometric astigmatism after limbal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:1676-1681
75. Hye Min Jeon, Kyung Heon Lee. Analysis of Miscalculation after Implantation of the Toric Intraocular Lens. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:1636-1641
76. Goggin M, Patel I, Billing K, Esterman A. Variation in surgically induced astigmatism estimation due to test-to-test variations in keratometry. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1792-1793
77. Hirschschall N, Hoffmann PC, Draschl P, Maedel S, Findl O. Evaluation of factors influencing the remaining astigmatism after toric intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 2014;30:394-400
78. Epitropoulos AT, Matossian C, Berdy GJ, Malhotra RP, Potvin R. Effect of tear osmolality on repeatability of keratometry for cataract surgery planning. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1672-1677
79. Holland E, Lane S, Horn JD, Ernest P, Arleo R, Miller KM. The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology* 2010;117:2104-2011
80. Hayashi K, Masumoto M, Takimoto M. Comparison of visual and refractive outcomes after bilateral implantation of toric intraocular lenses with or without a multifocal component. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:73-83
81. Miyake T, Kamiya K, Amano R, Iida Y, Tsunehiro S, Shimizu K. Long-term clinical outcomes of toric intraocular lens implantation in cataract cases with preexisting astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:1654-1660
82. Pesztenleher N, Szemán A. Astigmatism and implantation of toric IOLs in our practice in 2013. *Femtocongress, Budapest* 2014
83. Hirschschall N, Maedel S, Weber M, Findl O. Rotational Stability of a Single-Piece Toric Acrylic Intraocular Lens: A Pilot Study. *American Journal of Ophthalmology* 2014;157:405-411.e1

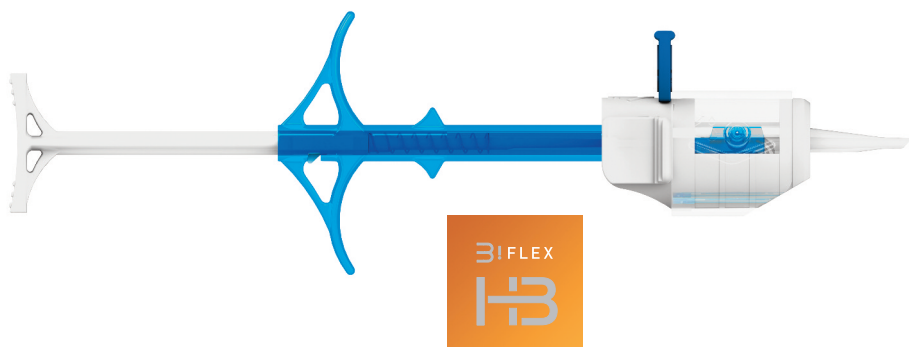
84. Dooley I, Charalampidou S, Malik A, Ormonde G, Loughman J, Molloy L, Beatty S. Surgically induced astigmatism after phacoemulsification with and without correction for posture-related ocular cyclotorsion: randomized controlled study. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:413-417
85. Swami AU, Steinert RF, Osborne WE, White AA. Rotational malposition during laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2002;133:561-562
86. Chernyak DA. Cyclotorsional eye motion occurring between wavefront measurement and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:633-638
87. Fea AM, Sciandra L, Annetta F, Musso M, Dal Vecchio M, Grignolo FM. Cyclotorsional eye movements during a simulated PRK procedure. *Eye (Lond)* 2006;20:764-768
88. Neuhann IM, Lege BA, Bauer M, Hassel JM, Hilger A, Neuhann TF. Static and dynamic rotational eye tracking during LASIK treatment of myopic astigmatism with the Zyoptix laser platform and Advanced Control Eye Tracker. *J Refract Surg* 2010;26:17-27
89. Tjon-Fo-Sang MJ, de Faber JT, Kingma C, Beekhuis WH. Cyclotorsion: a possible cause of residual astigmatism in refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:599-602
90. Becker R, Krzizok TH, Wassill H. Use of preoperative assessment of positionally induced cyclotorsion: a video-oculographic study. *Br J Ophthalmol* 2004;88:417-421
91. Borish IM, Benjamin WJ. Monocular and Binocular Subjective Refraction, In: Borish's Clinical Refraction, Benjamin, W.J., 2006; pp. 857-858, Butterworth-Heinemann, ISBN-13:978-0-7506-7524-6, Missouri
92. Hayashi K, Yoshida M, Yoshimura K. Effect of steepest-meridian clear corneal incision for reducing preexisting corneal astigmatism using a meridian-marking method or surgeon's intuition. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:2050-2056
93. Wilczynski M, Supady E, Piotr L, Synder A, Palenga-Pydyń D, Omulecki W. Comparison of surgically induced astigmatism after coaxial phacoemulsification through 1.8 mm microincision and bimanual phacoemulsification through 1.7 mm microincision. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1563-1569
94. Lever J, Dahan E. Opposite clear corneal incisions to correct pre-existing astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:803-805
95. Connor CS. The case for temporal limbal incisions. Review of Ophthalmology. Beyond clear cornea. 4th Annual Cataract Surgery Issue (1997)
96. Garzón N, Rodríguez-Vallejo M, Carmona D, Calvo-Sanz JA, Poyales F, Palomino C, Zato-Gómez de Liaño MÁ, Fernández J. Comparing surgically induced astigmatism calculated by means of simulated keratometry versus total corneal refractive power. *Eur J Ophthalmol* 2018 Mar 1:1120672118757666. doi: 10.1177/1120672118757666
97. Hayashi K, Yoshida M, Hirata A, Yoshimura K. Changes in shape and astigmatism of total, anterior, and posterior cornea after long versus short clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2018 Jan 25. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.10.037 [Epub ahead of print]
98. Nemeth G, Berta A, Szalai E, Hassan Z, Modis L Jr. Analysis of surgically induced astigmatism on the posterior surface of the cornea. *J Refract Surg* 2014;30:604-608
99. Holladay JT, Cravy TV, Koch DD. Calculating the Surgically Induced Refractive Change Following Ocular Surgery. *J Cataract Refract Surg* 1992;18:429-443
100. Naeser K. Combining refractive and topographic data in corneal refractive surgery for astigmatism. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 2012;90:768-772
101. Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns method. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:31-49
102. Hayashi K, Hirata A, Manabe S, Hayashi H. Long-term change in corneal astigmatism after sutureless cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2011;151:858-865
103. Hayashi K, Manabe SI, Hirata A, Yoshimura K. Changes in corneal astigmatism during 20 years after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017;43:615-621
104. Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:80-85
105. Koç M, İlhan Ç, Koban Y, Özülken K, Durukan İ, Yılmazbaş P. Effect of corneal biomechanical properties on surgically-induced astigmatism and higher-order aberrations after cataract surgery. *Arq Bras Oftalmol* 2016;79:380-383
106. Denoyer A, Ricaud X, Van Went C, Labbé A, Baudouin C. Influence of corneal biomechanical properties on surgically induced astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:1204-1010
107. Kurian KM, Shetty R, Roy AS, Nuijts R, Shetty K. Correlation of corneal biomechanics to the surgically-induced changes in corneal curvature. ESCRS 2014, absztrakt



Grafikai tervezés, nyomdai előkészítés:
La Garde Stúdió
www.lagarde.hu

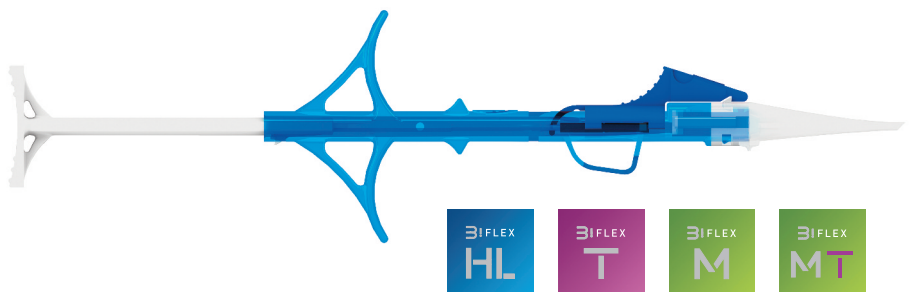
3! | POB-MA

FLEX | HYDROPHOBIC PRELOADED



3! | PIL-MA

FLEX | HYDROPHILIC PRELOADED



MEDICENTUR

Kereskedelmi iroda
1123 Budapest,
Csörsz u. 13.
Tel.: +36 1 214 2032
Fax: +36 1 214 2026

Központ
2072 Zsámbék,
Herceghalmi út 1.
Tel.: +36 23 565 555
Fax: +36 23 342 226

iol@medicentur.hu
www.medicentur.hu