

Mitől függ az ELON nyújtott fókuszú műlencsével elért közeli vízus?

NÉMETH GÁBOR DR.^{1,2}, TSORBATZOGLOU ALEXIS DR.^{3,4}

¹Miskolci Egyetem, Egészségtudományi Kar, Klinikai Módszertani Intézet, Miskolc (Dékán: Dr. Kiss-Tóth Emőke főiskolai tanár)

²Erzsébet Fürdő Gyógyászati és Szűrőközpont, Miskolc

³Klinikoptik Szemészeti és Optikai Centrum, Nyíregyháza

⁴Prestige Magánkórház, Nyíregyháza

Célkitűzés: A nyújtott fókuszú műlencsék célja a kiváló távoli és intermedier látás és a jó funkcionális látás biztosítása, azonban nem feltétlenül cél a tökéletes közeli látóélesség elérése, így a teljes szemüveg-függelenség gyakran nem valósítható meg. Ugyanakkor a Medicontur ELON műlencse beültetését követően gyakran a vártnál is jobb közeli látás tapasztalható. Célunk annak elemzése volt, hogy mely preoperatív és posztoperatív paraméterek állnak összefüggésben a nyújtott fókuszú műlencsével elért közeli látásteljesítménnyel.

Betegek és módszer: A műtétek előtt Topcon Aladdin készülékkel mértük a standard biometriai adatokat, a magasabb rendű cornealis aberrációkat (HOA) és a kappa szöget. A műtéteket követően legalább 4 héttel rögzítettük a szubjektív és objektív fénytörési hibák mértékét, a vízusértékeket, beleértve a 40-45 cm-es közeli, monocularis vízust is, és ismételt biometriát végeztünk, valamint a fotopikus és mezopikus pupillaátmérőket is mértük. Többváltozós regresszióanalízissel vizsgáltuk, hogy van-e olyan műtét előtt vagy után mért paraméter, amely összefüggést mutat a posztoperatív közeli vízussal.

Eredmények: 73 beteg 143 szemének adatait elemeztük, a páciensek életkora 42,3 és 81,2 év között, a tengelyhossz 20,88 és 26,35 mm között változott. A közeli nem korrigált vízus átlaga 0,23 logMAR volt (SD: 0,12, range: 0,0–0,59). A többváltozós regressziós modellek szignifikáns összefüggést mutattak a tengelyhossz, az elülső csarnok mélysége, a keratometriai értékek, a posztoperatív pupillaméret és a közeli vízus között. Egyéb paraméterekkel (pl. a posztoperatív refrakció tervezett értéke, HOA, kappa szög, cornealis astigmia, életkor) nem találtunk szignifikáns összefüggést.

Következtetés: Az ELON műlencsével elért, sokszor a vártnál is jobb közeli látóélesség hátterében meghatározott anatómiatényezők állhatnak a jobb neuroadaptáció, a páciens magasabb motivációja és a defókusz iránti magasabb toleranciája mellett. Bár ezeket a mérhető tényezőket nem tudjuk befolyásolni, megfigyelésük hasznos lehet a műtét előtti vizsgálatok során, a betegtájékoztatóban és a várható eredmények előrejelzésében.

KULCSSZAVAK

nyújtott fókuszú műlencse, közeli látóélesség, elülsőcsarnok-mélység, tengelyhossz, pupillaátmérő

What determines the near visual acuity achieved with the ELON extended-depth-of-focus intraocular lens?

Purpose: The purpose of extended-depth-of-focus (EDoF) intraocular lenses is to provide excellent distance and intermediate vision and good functional vision, but not necessarily perfect near visual acuity, so full spectacle independence is often not possible. However, after implantation of Medicontur ELON lenses, near vision is often better than expected. Our aim was to analyse which preoperative and postoperative parameters are associated with the near visual performance achieved with EDoF lenses.

Patients and Methods: Before the surgeries, standard biometric data, higher order corneal aberrations (HOA) and angle kappa were measured with a Topcon Aladdin device. At least 4 weeks after surgery, we recorded subjective and objective refractive errors, visual acuity, including 40-45 cm near monocular visual acuity, the repeated biometric data and photopic and mesopic pupil diameter. Multivariate regression

Kézirat beérkezése: 2025. 02. 06. Közlésre elfogadva: 2025. 02. 26.

analysis was used to investigate whether there was any parameter measured pre- or postoperatively that was associated with postoperative near visual acuity.

Results: Data from 143 eyes of 73 patients were analysed, with patient age ranging from 42.3 to 81.2 years and axial length from 20.88 to 26.35 mm. The mean of the near uncorrected visual acuity was 0.23 logMAR (SD: 0.12, range: 0.0–0.59). Multivariate regression models showed a significant correlation between axial length, anterior chamber depth, keratometric readings, postoperative pupil size and near visual acuity. No significant correlations were found with other parameters (e.g., planned postoperative refraction, HOA, angle cappa, corneal astigmatism, age).

Conclusion: The often better than expected near visual acuity achieved with the ELON intraocular lens may be due to specific anatomical factors in addition to better neuroadaptation, higher patient motivation and higher tolerance to defocus. Although these measurable factors are beyond our control, their observation may be useful in preoperative assessments, patient information and prediction of expected outcomes.

KEYWORDS

extended-depth-of-focus (EDoF), intraocular lens, near visual acuity, anterior chamber depth, axial length, pupil size

Bevezetés

A modern, refraktív eljárásnak tekintendő szürkehályogműtéti technika fejlődése magával hozta a kiváló távoli látóélesség igénye mellett a szemüveg nélküli intermedier és közeli látás igényét is.

Az első diffraktív típusú, presbyopiát korrigáló műlencse 1988-as megjelenése után ez a műlencsetípus 2003-tól széles körben terjedt el (ReSTOR, Alcon), majd egyre több bifokális és trifokális típus került forgalomba. A trifokális műlencsék jó vízust nyújtanak távolra, közelre és akár intermedier távolságra is, sokszor szemüveg-függelenséget ígérve. Ezekkel a műlencsékkel észlelt képminőségbeli, diszfotopsziás problémák miatt a fejlesztések tovább folytak. 2014-ben megjelent az első nyújtott fókusztávolságot biztosító (extended depth of focus, helyesebben extended depth of field, EDoF) műlencse, a Tecnis Symphony (Johnson&Johnson Vision), majd sorra váltak elérhetővé különböző EDoF műlencsék, eleinte diffraktív-, majd 2019-től refraktív optikai megoldásokkal, amelyek jobb képminőséget és a zavaró optikai jelenségek kisebb rizikóját ígérik. Jelenleg a hazánkban elérhető refraktív típusú EDoF műlencsék a megjelenés sorrendjében a Lucidis (Swiss Advanced Vision), a LuxSmart (Bausch&Lomb), a Vivivity (Alcon), az ELON (Medicontur) és a PureSee (Johnson&Johnson Vision).

Annak ellenére, hogy az EDoF műlencsékkel nem ígérünk és nem is ígérhetünk teljes szemüveg-függelenséget, mégis sokszor látjuk, hogy a vártnál sokkal jobb közeli látást érünk el mikro-monovision tervezése nélkül is, többször azonban a hétköznapi tevékenységhez is szemüvegre lehet szüksége a pácienseknek; vagyis a posztoperatív közeli látóélesség előre kiszámíthatatlannak tűnik, miközben a távoli és intermedier vízus jól tervezhető. Jelen közleményben arra keressük a választ, hogy van-e olyan mérhető paraméter, amely összefügg az ELON műlencsével elért közeli látóélességgel, vagyis a műtét előtti vizsgálatok során a várható eredményeket legalább részben képesek lennénk-e prognosztizálni.

Betegek és módszer

A retrospektív adatfeldolgozásban phacoemulsificatióan átesett betegek vettek részt, akiknél szürkehályog miatt, vagy refraktív céllal szövődmenymentes műtét zajlott ELON (Bi-Flex ELON POB-MA 877PEY, Medicontur), illetve ELON-tórik (Bi-Flex ELON Toric POB-MA 877PETY, Medicontur) műlencse implantációja. A műtéteket 2 operatőr végezte 2020. szeptember és 2024 decembere között. A beválogatásnál kizáró ok volt bármilyen korábbi cornealis műtét, illetve egyéb

olyan patológia, amelyek miatt 0,7-nél gyengébb decimális távoli látóélességet prognosztizáltunk volna. A biometriát Aladdin-készülékkel végeztük (szoftver verzió: 1.9.0). A következő standard biometriai adatokat rögzítettük: lapos és meredek tengelyben mért keratometriai értékek (K1 és K2), corneavastagság (CCT), elülsősarnok-mélység (ACD), lencsevastagság (LT), axiális tengelyhossz (AL), valamint a cornea horizontális átmérője (WTW). Emellett a magasabb rendű cornealis aberrációk (higher order aberration – HOA) RMS értékeit (root mean square, négyzetes középérték) is felvettük 5,0 mm-es pupilla mellett, így a cornealis HOA RMS-t, a cornealis coma RMS-t és a cornealis szférikus aberráció (SA) RMS-t. A pupilla centruma és a vizuális tengely közti eltérések, vagyis a vizuális tengely decentrációjának (offset) x és y milliméter értékeit is feljegyeztük, amelyekből kappaszöget számoltunk a WTW beszámításával, valamint standard fényviszonyok mellett a posztoperatív fotopikus és mezopikus pupillaátmérőt is az adatbázisba írtuk. A műlencsetervezés Barrett Universal II formulával, illetve az online ESCRS-kalkulátorral zajlott, 132 esetben a zéróhoz legközelebbi negatív posztoperatív refrakciót, 11 esetben a nagyobb myopiás eltérést elkerülve minimális pozitív hibát megcélözva. Egy páciens egy sze-

mén volt a tervezés $-0,45$ D, nála a másik szemnél $-0,25$ D volt a refrakciós cél, ezen kívül $-0,3$ D-nál nagyobb tervezett posztoperatív refrakció nem volt. Rögzítettük a formula által tervezett posztoperatív célrefrakció dioptriaértékét.

A standard phacoemulsificációs műtét során minden esetben in-the-bag ELON, illetve ELON-tórik műlencse implantációt végeztünk. Minimum 4 hét követési idő ($10,3 \pm 10,4$ hét, 4 és 52 hét között) után objektív (Visi-onix VX90 és VisuScience ARK-7600 autokeratorefraktometer) fénytörési hibát mértünk, meghatároztuk a szubjektív távoli vízust és az esetlegesen szükséges távoli szemüveges korrekció mértékét, valamint Zeiss/Radner-olvasótábla segítségével a 40-45 cm-es közeli látóélességet is. Emellett ismételt biometriát végeztünk Aladdin-biometerrel.

Az ELON műlencse

A Bi-Flex POB-MA 877PEY (ELON) (Medicontur Orvostechikai Kft., Zsámbék, Magyarország), amely 2022 szeptemberében került kereskedelmi forgalomba. Egytestű, nyújtott fókuszú, hidrofób alapanyagú, sárga szűrővel és UV szűrővel, előtöltött formában elérhető műlencse, amelynek elnevezése az angol elongated szóból származik (1. ábra).

A műlencse szférikus aberrációja zéró, kromatikus aberrációja igen alacsony, az Abbe-száma magas, értéke 58. A műlencse a Bi-Flex haptika rendszert használja, amely a gyártó mérései és klinikai eredményei szerint optimális centrálódást, rotációs stabilitást és tilt-mentességet biztosít az emelt toki kontakt-szögnek köszönhetően.

A lencsegyártó cég wavefront linkingnek nevezett (hullámfront-csatolási) technológiát alkalmaz, amelynek köszönhetően a fényenergia az optikai tengelyen egyenletesen oszlik el. A kb. 2,0 mm-es központi műlencse-területen a wavefront linking egyenletes, kb. 20 μm széles átmenetet hoz létre a három, különböző görbületű refr-

1. ábra: Az ELON egy refraktív típusú nyújtott fókuszú műlencse, amelynek centrális 2,0 mm-en három, különböző görbületű refraktív zóna között hullámfront-csatolások átmenetet alakítottak ki. Ezzel a kialakítással a fókuszpontok összekapcsolódnak és nyújtott fókusz távolságot hoznak létre, segítve az intermedier és a közeli látást



aktív zóna között, a fókuszpontok összekapcsolódása pedig nyújtott fókusz hoz létre. A nem tórikus verzió $+8,0$ és $+30,0$ D között érhető el $0,5$ D-ás lépcsőkben, $+31,0$ és $+35,0$ D között pedig $1,0$ D lépcsőkben. Tórikus verziójának toricitása $+1,0$ és $+6,0$ D között van.

Az adatokat MicroSoft Excel 2021 táblázatkezelőben rögzítettük, a statisztikai analízishez a MedCalc (v. 12.2.1.0) szoftvert használtuk. Az adatokat átlag, standard deviáció (SD), tartomány és százalékos formában írtuk le. Többszörös regresszióanalízissel elemeztük a közeli vízusérték (függő változó) és a vizsgált, fent részletezett összes paraméter (független változó) összefüggését, így kerestük a független változóknak a függő változóra vonatkozó prediktív tulajdonságát. Függő változóként a közeli vízusérték decimális értékét használtuk, mert csak ez felel meg a regresszióanalízis által támasztott kritériumoknak: a függő változó folytonos, vagy kvázi-folytonos arányskálán mozgó változó lehet.

Mivel a biometriai értékek szignifikáns korrelációt mutathatnak egymással is (ezért sem lehet egyszerű korrelációs módszereket használni az elemzésre), vizsgáltuk a független változók közötti multikollinearitást varianciainflációs faktor (VIF) segítségével. A VIF a fotopikus és a mezopikus pupillaátmérők, és az AL-K-ACD hármassal kivételével nem lépte túl a 3-as értéket (ha

VIF ≥ 5 , potenciálisan problémás), így ezeknél az adatoknál az eredmények jelentős torzulását okozó multikollinearitás nem állt fenn. A posztoperatív pupillaátmérők és az AL-K-ACD hármassal prediktorhatását így viszont külön-külön modellekben vizsgáltuk.

A többváltozós regresszióanalízist több módszerrel végeztük el, külön a műtét előtti és külön a műtét utáni paraméterekkel. Az „enter” módszer az összes független változót egy lépésben illeszti be a modellbe, függetlenül attól, hogy azok szignifikánsak-e vagy sem; a „forward” modell esetén a változók üres modelltől indulnak, és egyenként kerülnek be a számításba; a „backward” eljárás során minden független változó számításba kerül, ezután a legkevésbé szignifikáns változók kerülnek egyenként eltávolításra; a hibrid „stepwise” módszer pedig iteratív folyamattal kombinálja a „forward” és „backward” módszerek folyamatát. A regresszióanalízishez használt modellek közötti választás a leírások alapján nem egyértelmű, nincs olyan, amelyik garantáltan jobban működik a többihez képest, ezért az az ajánlás, hogy érdemes mindegyik modellt lefuttatni és összehasonlítani az eredményeket. Ezek alapján azokat a paramétereket vettük később szignifikáns prediktornak, amelyeket legalább 3 modell szignifikánsnak értékelt az elemzés során. Meghatároztuk a t-értéket is, amely külön

méri, hogy egy adott független változó szignifikáns hatást gyakorol-e a függő változóra a modellben, figyelembe véve a többi változót. Általában szignifikáns összefüggést igazol, ha értéke legalább 2.

Eredmények

73 beteg 143 szemén végeztünk standard, szövődménymentes phakoemulsificatiót ELON (117 eset), illetve ELON toric (26 eset; 1,0–4,5 D toricitás) nyújtott fókuszú műlencse-beültetéssel. A páciensek átlagéletkora $64,4 \pm 8,6$ év volt (42,3–81,2 év között). A beültetett műlencsék szférikus dioptriaértéke 12,0 és 30,0 D között volt. Az Aladdin biometria által mért preoperatív és posztoperatív adatokat az **1. táblázat** részletezi.

A posztoperatív refrakciós terv átlaga $-0,09$ D volt (SD: 0,12 D; $-0,45$ és 0,16 D között), a formula által tervezett és a szubjektív elért re-

frakció közti különbség (predikciós hiba) 120 esetben volt 0,5 D-án belül (83,9%), míg 23 szem esetén találtunk olyan dioptria korrekciót, amely javított a távoli látásélességen ($-1,5$ és $+0,5$ D között).

Az automata, objektív refraktometria átlagosan $-0,42$ D szférikus hibát (SD: 0,62 D; $-2,5$ és $+1,0$ D között) és $-0,72$ D cilinderes hibát (SD: 0,57; $-2,75$ és $+1,25$ D között) mért.

A közeli korrigálatlan látásélesség átlaga decimálisan 0,62 volt (SD: 0,17 D; 0,26 és 1,0 D között), ami 0,23 logMAR-nak felel meg (SD: 0,12 D; range: 0,0–0,59 D). 28 páciens (38,4%) a műtétet követően az apró betűk olvasásához $+0,5$ és $+2,0$ D közötti olvasó szemüveget igényelt, a többi beteg (61,6%) szemüvegfüggetlenül élt a műtétet követően.

A többváltozós regressziós egyenletek determinációs együtthatója a modelltől függően 0,37 és 0,587

között változott. A preoperatív paraméterek esetében a többváltozós regressziós modellek közül legalább 3 szignifikáns összefüggést mutatott a keratometriai értékek, az elülső csarnok mélysége és a közeli vízus között. A posztoperatív paraméterek közül pedig a keratometriai értékek és az elülső csarnok mélysége mellett a mezopikus és fotopikus pupillamérettel mutatott szignifikáns összefüggést ($p < 0,05$) a közeli látóélesség. Eredményeink szerint tehát minél nagyobb volt az AL, minél nagyobb volt a preoperatív ACD, minél kisebb (!) volt a posztoperatív ACD, minél laposabb (kisebb K, nagyobb görbületi sugár) volt a cornea és minél szűkebb volt a pupilla, annál jobb volt a közeli vízus (**2. és 3. táblázat**).

Nem találtunk szignifikáns összefüggést ($p > 0,05$) egyéb paraméterekkel, így az astigmia mértékével, a CCT-vel, az LT-vel, a WTW-vel, a magasabb rendű aberrációkkal, a

1. táblázat: A preoperatív és posztoperatív biometriai értékek ($n = 143$) K: keratometria a lapos (K1) és meredek (K2) tengelyben, CCT: centrális corneavastagság (central corneal thickness), ACD: elülsőcsarnok-mélység (anterior chamber depth), LT: lencsevastagság (lens thickness), AL: tengelyhossz (axial length), WTW: a cornea horizontális átmérője (white-to-white), HOA: magasabb-rendű aberráció (higher order aberration), RMS: négyzetes középérték (root mean square), SA: szférikus aberráció (spherical aberration), x és y: a pupilla centruma és a vizuális tengely közti eltérés vízszintes és függőleges értékei

	Átlag (SD; tartomány), preoperatív	Átlag (SD; tartomány), posztoperatív
K1 (D)	43,26 (1,39; 40,17–46,4)	43,32 (1,49; 39,99–46,59)
K2 (D)	44,06 (1,4; 40,89–47,19)	44,11 (1,46; 40,81–47,33)
Cornealis astigmia (D)	0,81 (0,67; 0,0–4,64)	0,71 (0,61; 0,0–4,14)
CCT (μm)	555,2 (33,9; 456,0–627,0)	564,4 (43,99; 434–633)
ACD (mm)	3,17 (0,36; 2,06–3,96)	4,57 (0,34; 3,5–5,5)
LT (mm)	4,53 (0,39; 3,58–5,55)	–
AL (mm)	23,25 (1,03; 20,88–26,35)	–
WTW (mm)	11,59 (0,51; 10,38–13,14)	–
Cornealis HOA RMS (μm)	0,69 (0,72; 0,12–7,62)	0,66 (0,46; 0,26–4,01)
Cornealis coma RMS (μm)	0,22 (0,3; 0,01–3,27)	0,24 (0,31; 0,01–2,33)
Cornealis SA RMS (5 mm) (μm)	0,16 (0,15; 0,0–1,56)	0,15 (0,18; 0,0–1,73)
x (mm)	0,01 (0,43; $-0,83$ –0,82)	$-0,01$ (0,44; $-0,81$ –0,76)
y (mm)	$-0,24$ (0,3; $-1,23$ –0,94)	$-0,3$ (0,35; $-1,41$ –0,68)
Kappa szög (fok)	2,7 (0,93; 0,52–6,42)	2,94 (1,31; 0,33–8,08)
Mezopikus pupillaátmérő (mm)	N/A	3,63 (0,57; 2,18–4,84)
Fotopikus pupillaátmérő (mm)	N/A	2,91 (0,48; 0,85–4,11)

2. táblázat: A preoperatív biometriai paraméterek közül a közeli vízussal szignifikáns mértékű összefüggést mutató adatok

	Zérórendű korrelációs együttható	Többváltozós regresszió standard hibája	Többváltozós regresszió t-értéke	Többváltozós regresszió p-értéke
AL (mm)	0,27	0,01	2,01-2,91	0,004-0,04
K1 (D)	-0,21	0,02	-2,05 – -2,94	0,01-0,04
K2 (D)	-0,33	0,02	-3,79 – -3,95	<0,001-0,002
ACD (mm)	0,25	0,01-0,05	2,57-2,69	0,01

3. táblázat: A posztoperatív biometriai paraméterek közül a közeli vízussal szignifikáns mértékű összefüggést mutató adatok. *A posztoperatív fotopikus és a mezopikus pupillaátmérőt egymástól függetlenül, külön modellekben vizsgáltuk

	Zérórendű korrelációs együttható	Többváltozós regresszió standard hibája	Többváltozós regresszió t-értéke	Többváltozós regresszió p értéke
AL (mm)	0,26	0,01	1,98-3,02	0,003-0,04
K1 (D)	-0,28	0,02-0,04	-1,91 – -2,81	0,006
K2 (D)	-0,44	0,02-0,04	-2,01 – -4,55	<0,001-0,04
ACD (mm)	-0,23	0,01-0,05	-1,96 – -2,19	0,03-0,04
mezopikus pupilla-méret (mm)*	-0,21	0,02	-3,45	<0,001
fotopikus pupilla-méret (mm)*	-0,22	0,03	-3,31	0,001

kappaszöggel, a posztoperatív refrakció tervezett értékével, a posztoperatív objektív és szubjektív refrakcióval, valamint az életkorral.

Megbeszélés

Lencseműtét tervezésekor törekszünk a tökéletes látás elérésére minden távolságra, de a biológiai és a műlencse optikai, fizika sajátosságai miatt ez nem lehetséges, így a pácienseknek kompromisszumokat kell vállalni. Az EDoF műlencsékkel az ajánlás szerint a kiváló távoli látást, a különböző fényviszonyok mellett is biztonságos autóvezetést, illetve egyéb intermedier látást igénylő feladatokat végző páciensek lesznek elégedettek, jellemzően azok, akik nem várnak el teljes közeli látóélességet, vagyis olvasószemüveg hordását alkalmanként elfogadhatónak tartják. Az átlagosnál magasabb, illetve hosszabb kezű páciensek szintén elégedettebbek lehetnek, mivel az olvasótávolságuk a megszokottól kissé nagyobb, 50-60 cm-es. Az EDoF műlencsék kompromisszuma tehát az, hogy inkább

a funkcionális, hétköznapokban használt jó látást biztosítják jobb képminőség mellett, amely sokszor fontosabb lehet, mint a 33-40 cm-re való teljes közeli látás, elvben gyengébb képminőség, illetve kontrasztérzékenység mellett. Az egyre népszerűbbé váló EDoF műlencsék esetén a kisebb kontrasztérzékenység-vesztés miatt az indikációs kör is szélesebb lehet (makulapatólógia, diabéteszes beteg, előrehaladottabb glaukóma, éjszakai vezető) és a betegek tapasztalat szerint is, általában gyorsabban alkalmazkodnak a nyújtott fókuszú műlencsékhez. Megjegyzendő, hogy a trifokális műlencsékhez képest valóban kisebb valószínűséggel ugyan, de mégis számolni kell diszfotopsziákkal.

Összességében tehát a jobb képminőségért cserébe a közeli látásteljesítmény jellemzően nem éri el a trifokális műlencsékkel tapasztaltakat. A páciensek jelentős hányadánál a posztoperatív időszakban mégis sokkal jobb a közeli látóélesség, mint amit ígérünk, illetve várunk a nyújtott fókuszú műlencsékkel.

Ennek hátterében mérhető biometriai prediktorok és neuroadaptációs tényezők, a páciens magasabb motivációja, defókusz iránti magasabb toleranciája is állhatnak, de a jobb kontrasztérzékenység és a monofokális műlencsénél leírt pseudoakkomodációs hatás (1, 2) is részt vehetnek kialakításában.

A jelen közlemény célja az volt, hogy a jelenlegi elérhető irodalomban legnagyobb ELON adatbázison választ találjunk arra a kérdésre, hogy milyen mérhető paraméterekkel függ össze a közeli látóélesség mértéke.

Az első peer-reviewed közlemény az ELON műlencsével elért eredményekről 2024 végén jelent meg (3). Ebben 10 beteg 20 szemén szerzett látásteljesítményről számoltak be 3 hónapos követés után. A teljes távoli vízus mellett a binokuláris nem-korrigált intermedier vízus átlaga 0,19 logMAR volt, a közeli nem-korrigált vízus átlaga pedig 0,28 logMAR. Emellett kiváló kontrasztérzékenységet és magas betegelégedettséget írtak le (3). Kongresszusi előadások (Györy J,

SHIOL 2023; *Pesztenlehrer N*, SHIOL 2023; *Gyenes Á*, SHIOL 2024; *Györy J*, SHIOL 2024), egy interim report (4) és a műlencsegyártó kommunikációja szerint is a kiváló távoli és intermedier vízusok mellett a vártnál jobb a közeli látásteljesítmény és magas a betegelégedettség.

ELON műlencse implantációja 1 éves utánkövetéses vizsgálatában *Györy József és munkacsoportja* átlagosan 0,14 logMAR intermedier vízust és 0,19 logMAR közeli vízust mért binocularisan (5). Ezek az értékek megegyeznek a jelenlegi nagyobb adatbázison mértékekkel, és kiváló funkcionális látás elérését jelentik. Egy nyújtott fókuszu műlencsék látáseredményeit összefoglaló táblázatban is látható, hogy a közeli látóélesség egyébként is jó 0,1–0,38 logMAR közti átlagos értéke mellett a vízusértékek nagy szórást mutatnak (3).

A monofokális műlencsékkel sok páciensnél meglepően jó közeli vízusértékek tapasztalhatók monovision kialakítása nélkül is. Ennek hátterében jellemzően a pseudoakkomodáció áll, vagyis az átlagosnál szűkebb pupilla, a magasabb rendű aberrációk magasabb értéke és az indirekt myopiás astigmia (2, 6). Ez a pseudoakkomodációs triász teoretikusan részt vehet az EDoF műlencsék mélységélességének növelésében is. A regresszióanalízis alapján ezen az adatbázison is igazoltuk, hogy a fotopikus, és a mezopikus pupillaátmérő, valamint a közeli vízus értéke között szignifikáns, negatív irányú összefüggés van. Ezt az összefüggést tovább erősítheti, hogy a lencseműtétek után mind a fotopikus, mind a mezopikus pupillaátmérő még csökken is, mintegy 8-9%-kal (7), valamint a szenilis myosis is éreztheti hatását. Az ELON műlencse szférikus aberrációt tekintve neutrális, így nincs kompenzáló hatása a műtét után a cornea által képviselt szférikus aberrációra. Beteganyagunkban a cornealis szférikus aberráció RMS-e, valamint a teljes HOA RMS posztoperatív értéke és a közeli vízus között nem találtunk összefüggést,

így a pseudoakkomodációs triász ezen eleme úgy tűnik, nem vesz részt jelentős mértékben a vártnál jobb közeli látásteljesítmény kialakításában. Az EDoF műlencséknek különösen magas lehet a maradék astigmiaival szembeni toleranciája (8–10), részben ezzel magyarázzuk, hogy betegcsoportunkban a maradék 0,71 D-ás cornealis astigmia hatása nem volt észrevehető sem a távoli, sem a közeli vízusértékekben. A 2014-ben bemutatott, elsőként EDoF műlencsének nevezett Symfony-val kapcsolatosan két közleményben is arra keresték a választ, hogy az implantációjuk után megfigyelt fókuszmélység milyen paraméterekkel van összefüggésben. Mindkét közleményben szignifikáns negatív összefüggést találtak a fotopikus és mezopikus pupilla méret, valamint a fókuszmélység között (7, 11), hasonlóan a jelen adatbázisban tapasztaltakhoz. Egy 2024-es közleményben (7) nem találtak korrelációt a fókuszmélység és az ACD, az AL, a cornealis szférikus aberráció és az életkor között (7), bár ez magyarázható a más típusú (diffraktív) műlencsével és a módszertani hibával (helytelenül egyszerű korreláció alkalmazása) is. Amennyiben többváltozós regressziós analízist, illetve bonyolultabb regresszióanalízis eredményeit vették figyelembe, a sekélyebb ACD, a kisebb AL, az alacsonyabb szemnyomás, a minimális astigmia jelenléte, valamint a kismyopiásra tervezett refrakciós hiba is szignifikáns prediktornak bizonyult a fókuszmélység mértékével szemben (11). Ez utóbbi közleményben azonban csak preoperatív paraméterekkel összefüggésben vizsgálták a közeli látásélesség mértékét, és a regressziós modelljükben nem volt keratometriai adat, kappaszög, illetve magasabb rendű aberrációk sem. Bár saját méréseinkben az AL prediktorhatása éppen ellentétes a *Liu és munkatársai* által leírtakkal (11), látható, hogy egy adott anatómiai kombináció (nem átlagos AL, laposabb cornea, mélyebb preoperatív és sekélyebb posztoperatív ACD) hoz-

zájárulhat a jobb közeli vízus kialakításához.

A saját anyagunkban a műtét előtti és műtét utáni biometriai paraméterek, mint prediktorok hatását szeparálva vizsgáltuk. A pupillaátmérővel mind a 4, általunk használt regressziós modellben jelentős szignifikáns összefüggést igazoltunk, vagyis a szűkebb pupilla egyértelműen hozzájárult a jobb közeli látóélességhez.

A jelen adatbázisunkban a tervezett refrakciós hiba mértéke nem volt szignifikáns prediktor, bár ezt az azzal is magyarázhatjuk, hogy a tervezett posztoperatív fénytörési hiba tartománya igen szűk volt.

A közeli vízusérték nem igazolt szignifikáns összefüggést a posztoperatív autorefraktométeres szférikus hibával sem, de a posztoperatív, formula által tervezett refraktív céllal és a posztoperatív szubjektív fénytörési hibával sem. Ismert, hogy a prémium műlencsék beültetése után végzett infravörös-közeli fényt használó refraktométeres, objektív fénytörési adatok sokszor jelentős, myopiás irányú eltérést mutatnak a szubjektív adatokhoz képest (12, 13). Diffraktív típusú nyújtott fókuszu műlencse esetén átlagosan 0,71 D-ás szférikus eltérést is leírnak (13), amelyet a műlencsekialakítás optikai és kromatikus jellemzőivel magyaráznak (13). Jelen vizsgálatunkban is ezzel magyarázható a viszonylag nagy különbség az átlagos objektív és a szubjektív fénytörési hiba között (–0,69 D vs. –0,09 D), bár megjegyzendő, hogy az egyik általunk használt autokeratorefraktométer (VisuScience ARK-7600) Hartmann–Shack-elvet alkalmaz a refrakció mérésére, amellyel kapcsolatban ez a megfigyelés nincs megerősítve. A fentiek mellett még érdekesebb, hogy az objektív fénytörési hiba és a tervezett refrakciós érték sem mutatkozott a közeli vízusra szignifikánsan ható prediktornak az elemzésünkben.

Az utóbbi évek irodalma tükrében úgy tűnik, a magasabb kappaszög prémium műlencsék beültetése utá-

ni korábban feltételezett negatívan befolyásoló hatása a klinikai eredményekre nem igazolható (14, 15), így magas értéke már nem lehet műtét előtti relatív kontraindikáció sem. Az ELON műlencsét kapott betegeinknél a kappaszögnek nem találtunk jelentős hatását a látásteljesítményre, bár a vizsgált betegek átlagos kappaszöge 3 fok alatt volt, 5 fok feletti értéke volt 9,1%-ban, de előfordult 8 fok feletti kappaszög is. *Liu és munkatársai* külön közleményben elemzik, hogy a prediktorok széles köre mellett az összefüggések keresésére számos, egymás eredményeivel nem egyező statisztikai módszer létezik, ideértve a gépi tanulási modelleket is. Mindezek mellett is, ilyen esetszámnál megfelelőnek gondolják a regressziós módszerek alkalmazását annak viszonylagos bonyolultsága és elentmondásai ellenére is, amit saját adataikkal is alátámasztanak (11). Bár a nyújtott fókuszú műlencsék

már definíció szerint sem célozzák meg a teljes közeli látóélességet, hanem „csak” a funkcionális jó látást, vagyis a hétköznapiakra elegendő közeli látásteljesítményt kívánják elérni. Így a monitortávolságra, illetve az intermedier távolságra nyújtott és nagy betegelégedettséget nyújtó látás mellett a vártnál jobb közeli látóélesség további pozitívumot jelent a betegeknek. A szerzők saját ajánlása szerint a műtét előtt, amennyiben a látóélesség engedi, javasolt a pácienseknek megmutatni pl. egy olvasótáblán, hogy közelre melyik betűnagyságot lesz képes olvasni a műtét után. Az ELON műlencsénél az „underpromise + overdeliver” elve alapján 40-45 cm távolságból a decimális 0,3-0,5 vízusnak megfelelő betűnagyság lehet ígérhető, ami szövegszerkesztő esetén kb. 9-11-es standard betűméretnek felel meg, és könyv-, újságolvasáshoz is legtöbbször elég lehet.

Következtetések

Összefoglalva, az ELON műlencsével elért, sokszor a vártnál is jobb közeli látóélesség háttérben meghatározott anatómiatényezők állhatnak a jobb neuroadaptáció, a páciens magasabb motivációja és a defókuszi iránti magasabb toleranciája mellett. Bár a mérhető tényezőket nem tudjuk befolyásolni, megfigyelésük hasznos lehet a műtét előtti vizsgálatok során, a betegtájékoztatóban és a várható eredmények előrejelzésében.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy eredeti közleményük megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

IRODALOM

1. Tsohatzoglou A, Németh G, Máth J, Berta A. Pseudophakic accommodation and pseudoaccommodation under physiological conditions measured with partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2006 Aug; 32(8): 1345–50. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.02.069>
2. Nanavaty MA, Mukhija R, Ashena Z, Bunce C, Spalton DJ. Incidence and factors for pseudoaccommodation after monofocal lens implantation: the Monofocal Extended Range of Vision study. *J Cataract Refract Surg* 2023 Dec 1; 49(12): 1229–1235. <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000001302>
3. Ferrando Gil J, Churrua Irazola A, Reparaz I, Lauzirika G, Martínez-Soroa I, Mendicute J. Visual, Refractive, Functional, and Patient Satisfaction Outcomes After Implantation of a New Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens. *Clin Ophthalmol* 2024 Dec 17; 18: 3801–3813. <https://doi.org/10.2147/OPHT.S499911>
4. Győry J, Németh G, Pesztenleher N. Comparative analysis of the visual performance and patient satisfaction after cataract surgery with implantation of a Medicontur monofocal (877PAY) or a Medicontur extended depth of focus (877PEY) IOL. Interim clinical investigation report. 2022. Number of ethical approval: OGYÉI/34155/2020.
5. Győry J, Pesztenleher N, Németh G. A prospective comparative study on the clinical evaluation of the ELON and monofocal IOL models. 2024.09.06–10 European Society of Cataract and Refractive Surgeons, Barcelona
6. Nanavaty 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 Jul; 32(7): 1091–1097. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.03.021>
7. Fang X, Xue W, Yu C, Tao J, Wang Y. Correlation between pupillary size and depth of focus after the implantation of extended depth of focus intraocular lenses. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2024 Dec; 262(12): 3897–3903. <https://doi.org/10.1007/s00417-024-06528-4>
8. Cochener B. Tecnis Symphony Intraocular Lens with a “Sweet Spot” for Tolerance to Postoperative Residual Refractive Errors. *Open Journal of Ophthalmology* 2017; 7: 14–20. <https://doi.org/10.4236/ojoph.2017.71003>
9. Carones F. Residual Astigmatism Threshold and Patient Satisfaction with Bifocal, Trifocal and Extended Range of Vision Intraocular Lenses (IOLs). *Open Journal of Ophthalmology* 2017; 7: 1–7. <https://doi.org/10.4236/ojoph.2017.71001>
10. You J, Jang M. Comparative numerical analysis of astigmatism tolerance in bifocal, extended depth-of-focus, and trifocal intraocular lenses. *Biomed Opt Express* 2025; 16: 628–642. <https://doi.org/10.1364/BOE.537654>
11. Liu Y, Wei D, Bai T, Luo J, Wood J, Vashisht A, Zhang S, Xuan J, Kattan M, Coplan P. Using machine learning to predict post-operative depth of focus after cataract surgery with implantation of Tecnis Symphony. *Eur J Ophthalmol* 2021 Nov; 31(6): 2938–2946. <https://doi.org/10.1177/1120672121991777>
12. Muñoz G, Albarrán-Diego C, Sakla HF. Autorefractometry after multifocal IOLs. *Ophthalmology* 2007 Nov; 114(11): 2100. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.05.049>
13. Ota Y, Minami K, Oki S, Bissen-Miyajima H, Okamoto K, Nakashima M, Tsubota K. Subjective and objective refractions in eyes with extended-depth-of-focus intraocular lenses using echelette optics: clinical and experimental study. *Acta Ophthalmol* 2021 Sep; 99(6): e837–e843. <https://doi.org/10.1111/aos.14660>
14. Sandoval HP, Potvin R, Solomon KD. The Effects of Angle Kappa on Clinical Results and Patient-Reported Outcomes After Implantation of a Trifocal Intraocular Lens. *Clin Ophthalmol* 2022 Apr 27; 16: 1321–1329. <https://doi.org/10.2147/OPHT.S363536>
15. Garzón N, García-Montero M, López-Artero E, Albarrán-Diego C, Pérez-Cambrodi R, Illarramendi I, Poyales F. Influence of angle κ on visual and refractive outcomes after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2020 May; 46(5): 721–727. <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.000000000000156>