A femtolézer asszisztált elülső capsulotomia hatása a szürkehályog műtétek eredményeire

Doktori értekezés

Dr. Kránitz Kinga

Semmelweis Egyetem
Klinikai orvostudományok Doktori Iskola

Konzulens: Dr. Nagy Zoltán Zsolt, DSc, egyetemi tanár

Hivatalos bírálók: Dr. Kerényi Ágnes, PhD, osztályvezető főorvos, címzetes egyetemi docens
Dr. Papp András, PhD, egyetemi docens

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Kellermayer Miklós, DSc, egyetemi tanár
Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Ferencz Mária, PhD, profilvezető főorvos
Dr. Kozsurek Márk, PhD, egyetemi adjunktus

Budapest
2016

Bevezetés

A szürkehályog multifaktoriális megbetegedés, melynek etiológiája a mai napig pontosan nem tisztázott. Mai tudásunk szerint a cataracta megelőzésére bizonyítottan hatásos módszer nem áll rendelkezésre, azonban a szürkehályog elleni műtét az egyik legköltséghatékonyabb egészségügyi beavatkozás.

A szürkehályog sebészet történetében napjainkig az egyik legjelentősebb fejlesztésnek a Kelman által 1967-ben bemutatott phacoemlusificatio módszere bizonyult. A műtéttechnika és a beültethető műlencsék fejlődésének köszönhetően egyre korábbi stádiumban, egyre jobb látóélesség mellett került sor a szürkehályog elleni műtétekre, olyannyira, hogy már teljes korrigált látóélesség mellett, refraktív célból – beleértve a presbyopia korrekciójának lehetőségét is - elvégezhető a lencseműtét (tiszta lencse extractio).

Napjainkban is a jól kivitelezett elülső capsulorhexis a szürkehályog műtét egyik legfontosabb lépése. Pontos posztoperatív refraktív eredményre abban az esetben számíthatunk, ha a capsulotomia mérete és helyzete ideális, azaz a műlencse implantációt követően az elülső tok körben fedi a lencse optikájának a szélét. A tok zsugorodása során kialakuló szimmetrikus kontraktilis erőknek köszönhetően így elkerülhető a műlencse elmozdulása, a posztoperatív refrakció változása, valamint az elülső és hátsó tok fibrózis kialakulásának valószínűsége is csökken.

A femtolézeres technika intraokuláris alkalmazásának bevezetése a phacoemluzifikációhoz hasonló jelentőségű innováció. A femtolézer a photodisruptio jelenségét kihasználva képes metszéseket ejteni a kezelt szövetekben. A femtolézerek impulzusideje nagyon rövid (400-800 femtosecundum), a nyaláb igen kicsi, néhány mikrométeres területre fókuszálódik, így a besugárzás fókuszpontjában a nagy térerősség következtében plazma keletkezik. A plazma egy sokk hullám formájában tágul, idővel lehűl és cavitatios buborékok alakulnak ki. A lézer által egymás mellett létrehozott buborékok összeérve képezik a vágási felszínt. Az alacsony impulzusenergiának (mikroJoule tartomány) köszönhetően a környező szövetek nem károsodnak.

A femtolézerek alkalmazása a szürkehályog műtétek során az egyénre szabottan tervezhető és mikrométeres precizitással kivitelezhető operatív lépések megvalósíthatóságával segítséget nyújthat a minden eddiginél pontosabb eredmények iránt megnövekedett igények kielégítésére.

Mivel az elülső csarnok mélység és a lencsevastagság egyénileg különböző, szükség volt egy képalkotó berendezésre, amellyel a célszövet - femtolézer asszisztált capsulotomia esetében az elülső lencsetok - jól lokalizálható.

A legtöbb femtolézernek, úgy az általunk használt Alcon-LenSx készüléknek is a képalkotó modulja optikai koherencia tomográfia (OCT) elvén működik.

A szoftver automatikusan pozícionálja a szükséges metszéseket. Ezt követően a szem keresztmetszeti képe megjelenik a femtolézer készülék monitorján, mutatva az incíziók helyzetét. Az operatőr a beállítások ellenőrzése után szükség esetén változtathat rajtuk. A módszer nagy előnye, hogy mikrométeres pontossággal állítható minden metszés mérete, síkja és pozíciója.

A capsulotomia centrálható a limbushoz, illetve a tágított pupillához, valamint elhelyezhető akár tetszőleges pozícióban is a tágított pupilla területében. A mérete szabadon változtatható, figyelembe vehető a beültetésre kerülő műlencse típusa és optikájának átmérője.

Tekintettel a prémium műlencsék megjelenésére, az elmúlt években egyre nagyobb érdeklődés fordult a hátulsó csarnok lencsék posztoperatív pozíciós paramétereinek megítélése felé. Video-réslámpával készített retroilluminációs felvételek tágított pupilla mellett lehetővé tették a műlencsék decentrációjának vizsgálatát a tágított pupilla középpontjához képest, akár mikrométeres nagyságrendben és pontossággal. A módszer segítségével, intraokuláris referencia markerként használva a műlencse optikájának átmérőjét, kiküszöbölhetővé váltak a szaruhártya és az elülső csarnok anatómiai különbségeiből adódó optikai torzító hatások, valamint meghatározhatóvá vált az optika decentrációjának mértéke, továbbá vektoranalízis segítségével annak iránya. Megfelelő referencia pontok kiválasztásával mérhető a műlencsék rotációja. A módszer hátránya azonban, hogy ezzel az eljárással nem vizsgálható a műlencse dőlése (tilt).

A műlencsék tiltje és decentrációja meghatározható Scheimpflug-képek segítségével. A Scheimpflug-képalkotás során a tárgy síkja, a film síkja és az objektív síkja nem párhuzamos, hanem szöget zár be egymással, így egy közös egyenesben metszik egymást. Ennek eredményeképpen rétegfelvétel készíthető jó mélységélességgel a szem teljes elülső szegmentumáról, a cornea elülső felszínétől a szemlencse hátulsó felszínéig. A Scheimpflug-elven működő szemészetben alkalmazott berendezések (Pentacam, Galilei) monokromatikus kék fény segítségével 25-100 képet készítenek néhány másodperc alatt azáltal, hogy 360 fokban körbefordulnak a szem optikai tengelye körül. A Scheimpflug-képeken meghatározható a műlencse síkja, illetve az optika középpontja, valamint ennek horizontális és vertikális irányú elmozdulása a referencia tengelyhez képest. A műlencse dőlését kiszámíthatjuk az x- és y-tengelyek mentén, amennyiben meghatározzuk az optika tengelye és a referencia tengely által bezárt szög merőlegestől való eltérését.

Célkitűzések

A tanulmánysorozatunk (A és B tanulmány) célja volt vizsgálni a femtolézereres capsulotomiák pontosságát, ennek hatását a tokzsákba implantált hátsó csarnoki műlencsék posztoperatív pozíciójára, valamint a műtétek refraktív eredményeire

A) Femtolézer asszisztált capsulotomiák és hagyományos folyamatos kör alakú capsulorhexisek paramétereinek vizsgálata és ezek hatása a műlencsék centrációjára

1. A femtolézer asszisztált capsulotomiák és manuálisan készített capsulorhexisek méretének, alakjának összehasonlítása, illetve ezen paraméterek hatásának vizsgálata a műlencse optikája és az elülső lencsetok közötti átfedésre

2. A femtolézer asszisztált capsulotomiák és manuálisan készített capsulorhexisek után implantált műlencsék esetén az elülső lencsetok és a műlencse optikája közötti átfedés elemzése, valamint az átfedés hatásának vizsgálata a műlencsék posztoperatív elmozdulásában retroilluminációs réslámpás képek elemzésével

B) Femtolézer asszisztált capsulotomiákat és hagyományos folyamatos kör alakú capsulorhexiseket követően beültetett műlencsék tiltjének és decentrációjának vizsgálata Scheimpflug-kamerával

3. A femtolézer asszisztált capsulotomiák és manuálisan készített capsulorhexisek után implantált műlencsék decentrációjának és tiltjének összehasonlítása Scheimpflug-kamerával végzett mérések segítségével

4. A femtolézer asszisztált capsulotomiák és manuálisan készített capsulorhexisek után implantált műlencsék decentrációjának és tiltjének a posztoperatív refrakcióra valamint a látóélességre kifejtett hatásának vizsgálata

Módszerek

Betegek

A vizsgálatok és műtétek 2009-2010 között történtek a Semmelweis Egyetem Szemészeti Klinikáján. Minden beteget a szürkehályog műtéteket megelőzően részletes szemészeti vizsgálatnak vetettünk alá. A korábban szemműtéten átesett, szemsérülést szenvedett, aktív szembetegséggel kezelt betegeket kizártuk a tanulmányból. Hasonlóan jártunk el rosszul táguló pupillák, vagy gyenge zonulák esetén.
Vizsgálatsorozatunkat a Helsinki Deklarációban foglaltaknak és az Intézményi Etikai Bizottság által elfogadott szabályrendszernek megfelelően végeztük el (TUKEB szám: 62/2008). Minden beavatkozás és vizsgálat a bevont betegek tájékozott írásos beleegyezése mellett történt.

A) 20 beteg 20 szemén femtolézer asszisztált capsulotomiát, míg másik 20 beteg 20 szemén hagyományos, rhexis csipesszel végzett kör alakú capsulorhexist készítettünk.

B) 20 beteg 20 szemén femtolézer asszisztált capsulotomiát, míg 25 beteg 25 szemén hagyományos, rhexis csipesszel végzett kör alakú capsulorhexist készítettünk.

Műtéttechnika

A műtéteket egyazon tapasztalt operatőr, ugyanazon protokoll alapján végezte a capsulotomia elkészítésének kivételével. A capsulotomia típusát randomizációt követően választottuk ki, melyet számítógépes program segítségével végeztünk el (Microsoft Excel; Microsoft Corp, Redmond, Washington).
Pupillatágítást (0,5%-os tropicamide 3x 15 percenként) és helyi érzéstelenítést (proparacaine HCl 0,5%) követően femtolézer asszisztált capsulotomiák esetén a femtolézer (Alcon LenSx Inc., Aliso Viejo, Kalifornia) kezelési maszkját a szemre illesztettük. A szemlencse elülső felszínét a beépített OCT berendezés segítségével sikerült azonosítani. 4,5 mm átmérőjű, „cylindrical pattern” nyomán, 15 μJoule energiával elülső capsulotomiát készítettünk egy kör alakú minta mentén 100 mikrométeres biztonsági zónával a lencse elülső tokja alatt, illetve felett. A capsulotomiákat a tágított pupilla középpontjához centráltuk.

Hagyományos kör alakú capsulorhexisek esetén cystotom és rhexis csipesz segítségével szintén 4,5 mm-es capsulotomiák elkészítésére törekedett az operatőr a pupilla centrumához pozícionálva, azonban sem cornealis, sem intraokuláris referencia markert nem használt.
Minden műtét esetében a sebkészítés és a phacoemulzifikáció a hagyományos módszerrel zajlott. A 2,8 mm-es tunelsebet és a segédnyílást egyszer használatos keratommal készítettük (Alcon Laboratories Inc., Ft Worth, Texas) superotemporalisan 120 fokban. Hydrodisszekciót követően a mag phacoemulzifikációja és a reziduális kéregrészek aspirációja Accurus phacoemulzifikációs készülékkel történt (Alcon Laboratories Inc).
A hydrophob akril műlencséket injektor segítségével implantáltuk a tokzsákba. A műlencsék haptikáit 3 és 9 órához pozícionáltuk.
Viszkoelasztikus anyagként a műtétek során kohezív, nagy molekulasúlyú hialuronátot alkalmaztunk (ProVisc®, Alcon Laboratories Inc.).
Első tanulmányunk (A) során egy- vagy háromtestű szférikus (28-12 arányban), második tanulmányunk (B) során egytestű aszférikus műlencséket (SA60AT, Alcon Laboratories Inc) használtunk. A műlencsék beültetését követően a viscoelasztikus anyagot irrigáció/aspriáció segítségével távolítottuk el, gondot fordítva a PCL optikája mögüli eltávolításra is. A sebeket varrat behelyezése nélkül zártuk.
A beültetendő műlencsék dioptriáját SRK/T formula segítségével határoztuk meg.
Sem intra-, sem posztoperatív szövődmény nem történt egyik tanulmány ideje alatt sem. A műtétet követő 10. posztoperatív napig a betegek antibiotikum és szteroid tartalmú cseppeket kaptak (tobramycin, dexamethason).

Mérési módszerek

A) Digitális retroilluminációs fényképeket készítettünk tágított pupilla mellett a capsulotomiák dokumentálására 1 héttel, 1 hónappal és 1 évvel a műtéteket követően. A fényképeket Adobe Photoshop (Adobe Systems Inc, San Jose, Kalifornia) programba importáltuk, hogy meghatározhassuk a következő paramétereket: a capsulotomiák vertikális és horizontális átmérőjét, köralakúságát, valamint a capsulotomia meghosszabbított sugara mentén a legkisebb és legnagyobb távolságot a műlencsék optikájának széle és a capsulotomia széle között. Az implantált műlencse átmérőjét használtuk intraokuláris referencia markerként, hogy a szaruhártya nagyító hatását kiküszöbölhessük.
Az intraokularis műlencsék decentrációjának mérését Becker és munkatársai módszere alapján végeztük el. A korábban leírt módszert annyiban módosítottuk, hogy referencia pontként a pupilla középpontját határoztuk meg, mivel mind a femtolézeres, mind a manuális

capsulotomiák készítését ehhez igazítottuk. A mydrisasis hatására megváltozhat a farmakológiailag tágított pupilla középpontja, ezért ügyeltünk arra, hogy a betegek a műtét, illetve a fényképek elkészítése előtt ugyanolyan és ugyanannyi mydriatikus cseppet kapjanak.
Az Adobe Photoshop program meghatároz egy vektort a pupilla centruma és a műlencse centruma között, melyet nagyágával és a vízszinteshez képest bezárt szögével jellemez. A vektor hossza határozza meg a műlencse teljes decentrációját. A horizontális és vertikális irányú decentráció mértékét trigonometriai analízis segítségével határoztuk meg.
Hogy meghatározhassuk a horizontális és vertikális decentráció mértékét tekintet nélkül a nasalis/temporalis, felfelé/lefelé történő elmozdulási irányokra az előbb említett paraméterek abszolút értékével számoltunk.
A köralakúság a capsulotomia szabályosságát jellemző paraméter, melyet a következő képlet segítségével számít a program: *köralakúság=4Π(terület/kerület)*^{2}
A capsulotomia széle és a műlencse optikájának széle közötti legrövidebb és leghosszabb távolság hányadosával jellemezhetjük az elülső tok és a műlencse átfedését: *átfedés=legrövidebb távolság/leghosszabb távolság*
Amennyiben a köralakúság és az átfedés értéke 1, akkor a capsulotomia tökéletesen kör alakú, és az elülső tok egyenletesen körben fedi a műlencse optikáját.
A látótengely eltérését a pupillacentrumtól a szürkehályog műtéteket megelőzően, illetve 1 héttel és 1 hónappal a posztoperatív időszakban Lenstar optikai biométerrel (Haag-Streit, Koeniz, Switzerland) határoztuk meg: a vizuális és pupillaris tengely közötti horizontális és vertikális eltérést x-y koordináták segítségével jellemeztük, illetve vizsgáltuk a vizuális tengely eltérését a pupillacentrumtól abszolút értékben is.

B) Scheimpflug képalkotó rendszer segítségével (Pentacam, Oculus Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Germany) de Castro és munkatársai módszerét (68) használva határoztuk meg a műlencsék tiltjét és decentrációját: a műlencse decentrációját annak centruma és a pupilláris axis közötti távolság adja meg. Horizontális irányú elmozdulás esetén a jobb szemen a nasalis, a bal szemen a temporalis irányú elmozdulást jelöljük pozitív előjellel. Vertikális irányú elmozdulás esetén pozitív előjellel jelöltük a superior, negatívval az inferior irányú elmozdulást. Előjelek nélkül megadható az elmozdulás nagysága tekintet nélkül annak irányára. A teljes decentráció trigonometriai analízis segítségével határozható meg a horizontális és vertikális decentráció vektorának ismeretében.
A műlencsék dőlésének, tiltjének meghatározása során az x-tengely mentén mérve a tilt előjele pozitív, ha a műlencse felső széle mozdul előre. Pozitív előjelű tilt az y-tengely mentén a jobb szemben a műlencse nasalis szélének hátrafelé, bal szemben pedig az előrefelé

mozdulását jelenti. Az előjelek elhagyásával a tilt mértéke jellemezhető, tekintet nélkül az elmozdulás irányára.

Statisztikai analízis

A statisztikai elemzéseket SPSS 16.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois) végeztük. Az adatok normalitásának ellenőrzését Shapiro-Wilk W teszttel végeztük el. A $p<0,05$ értéke esetén tekintettük az eredmények közötti különbséget statisztikailag szignifikánsnak.

A) A capsulotomiákat és a műlencse posztoperatív pozícióját jellemző paraméterekben mért különbségeket a két betegcsoportban ismételt méréses variancia analízissel (ANOVA) Newman-Keuls post-hoc tesztet alkalmazva hasonlítottuk össze.
A műlencse decentrációját befolyásoló paramétereket egyváltozós General Estimating Equation (GEE) modelleket alkalmazva logisztikus regressziós analízis segítségével határoztuk meg. Khi-négyzet tesztet alkalmaztunk, hogy a 0,4 mm-nél dichotomizált decentráció értékeinek eloszlását a két betegcsoportban összehasonlítsuk.
A capsulotomiák vertikális átmérője és az átfedés paramétereinek értékei közötti összefüggést Spearman-féle rang korrelációval elemeztük.

B) A két betegcsoport közötti különbséget a látóélesség és a műlencse pozíciós paramétereinek tekintetében kétmintás t-próbával hasonlítottuk össze.
Khi-négyzet tesztet alkalmaztunk, hogy a 0,4 mm-nél dichotomizált decentráció és 5 foknál dichotomizált tilt értékeinek eloszlását a két betegcsoportban összehasonlítsuk.
A szférikus ekvivalens értékeiben műtétet követően bekövetkező változás és a műlencsék teljes decentrációja közötti összefüggést Spearman-féle rang korrelációval elemeztük, mivel a szférikus ekvivalens értékek eloszlása nem felelt meg a normál eloszlásnak.
Lineáris regressziós analízist alkalmaztunk, hogy meghatározzuk a műlencsék vertikális tiltje és a távoli látóélesség közötti összefüggést.

Eredmények

A) A két betegcsoport között nem találtunk szignifikáns különbséget kor, nemi eloszlás, preoperatív refraktív státusz és bulbushossz tekintetében (p›0,05).

A capsulotomiákat és a műlencse posztoperatív pozícióját jellemző paraméterekben mért különbségeket a két betegcsoportban ismételt méréses variancia analízissel (ANOVA) Newman-Keuls post-hoc tesztet alkalmazva hasonlítottuk össze. Habár a capsulotomiák a vizsgált posztoperatív periódusban már egyik betegcsoportban sem bizonyultak teljesen kör alakúnak, az első héten a femtolézeres capsulotomiák (0,86±0,01) szignifikánsan regulárisabbak voltak a hagyományos capsulorhexiseknél (0,83±0,02).

A hagyományos manuális capsulotomiák vertikális átmérője szignifikánsan nagyobb volt 1 héttel (CCC vs. femto. caps.: 4,79±0,36 vs. 4,51±0,11) és 1 hónappal (CCC vs. femto. caps.: 4,62±0,34 vs. 4,47±0,21) a műtétet követően a femtolézeres capsulotomiákkal összehasonlítva.

A capsulotomiák és a műlencse optikájának széle között mérhető távolság szignifikánsan különbözött a két betegcsoportban a teljes posztoperatív periódusban (Táv-min: CCC vs. femto. caps.: 1 hét: 0,17±0,21 vs. 0,42±0,16; 1 hónap: 0,26 ±0,24 vs.0,47±0,19; 1 év: 0,12±0,18vs. 0,46±0,16; Táv max: CCC vs. femto. caps.: 1 hét: 1,09±0,21 vs. 0,95±0,17; 1 hónap: 1,12±0,17vs. 0,96±0,23; 1 év: 1,09±0,14 vs. 1,00±0,24). Az elülső tok és az optika közötti átfedés tekintetében is statisztikailag szignifikáns különbség mutatkozott a két csoport között, mely egyenletesebb átfedést mutatott a femtolézeres capsulotomiák után implantált műlencsék és az elülső tok között (CCC vs femto. caps.: 1 hét: 0,17±0,19 vs. 0,47±0,24; 1 hónap: 0,24 ±0,23 vs. 0,53±0,25; 1 év: 0,13±0,19 vs. 0,54±0,31)

A hagyományos manuális capsulorhexiseket követően implantált műlencsék szignifikánsan nagyobb horizontális decentrációt mutattak a femtolézeres capsulotomiák után implantált műlencsékkel összehasonlítva (CCC vs femto. caps.: 1 hét: 0,28±0,16 vs. 0,12±0,11; 1 hónap: 0,26±0,14 vs. 0,13±0,09; 1 év: 0,30±0,16 vs. 0,15±0,12).

A capsulorhexis típusa bizonyult a horizontális decentráció statisztikailag szignifikáns prediktorának az egyváltozós GEE modell szerint (esélyhányados (odds ratio, OR): 5,95 95%-os konfidencia intervallum (confidence limit, Cl): 1,58-22,22 p<0,01). A capsulorhexisre jellemző paraméterek között keresve a horizontális decentrációt meghatározó tényezőket, csak a műlencse optikája és az elülső tok közötti átfedésnek volt statisztikailag szignifikáns hatása a műlencse elmozdulására (p=0,002). Az implantált műlencsék típusa nem befolyásolta a decentráció mértékét a GEE modell szerint (p>0,05). Továbbá nem találtunk ismételt méréses

varianciaanalízis során Newman-Keuls post-hoc tesztet alkalmazva sem szignifikáns különbséget a decentráció értékeiben az egy- illetve háromtestű műlencséket összehasonlítva.
A hagyományos capsulorhexis csoportban a 0,4 milliméternél nagyobb, illetve kisebb mértékű horizontális decentrációk aránya 4/16, 3/17, és 5/15 volt 1 héttel, 1 hónappal valamint 1 évvel a műtét után. A femtolézeres capsulotomiák esetében ez az érték nem haladta meg a 0,4 millimétert egyik szemben sem a követési idő alatt (0/20). A két betegcsoport dichotomizált horizontális decentráció értékeinek eloszlását khi-négyzet teszttel összehasonlítva statisztikailag szignifikáns eltérést találtunk 1 héttel ($p=0,035$) és egy évvel ($p=0,016$) a szürkehályog műtétet követően.
A capsulotomiák vertikális átmérője valamint a műlencse optikája és az elülső tok közötti átfedés szignifikáns korrelációt mutatott 1 héttel, 1 hónappal és 1 évvel a műtét után a hagyományos capsulorhexis csoportban (1 hét: $R=-0,91$, $p<0,01$; 1 hónap: $R=-0,76$, $p<0,01$; 1 év: $R=-0,62$, $p<0,01$), ugyanakkor nem találtunk ilyen korrelációt a femtolézeres capsulomiák esetében ($p>0,05$).

B) A két betegcsoport között nem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget kor, nemi eloszlás és bulbushossz tekintetében ($p>0,05$).
Nem volt szignifikáns különbség a posztoperatív távoli korrigálatlan látóélesség tekintetében a két csoport között a követési idő alatt ($p>0,05$). A legjobb korrigált látóélesség értékei azonban szignifikánsan jobbnak bizonyultak a femtolézeres csoportban 1 hónappal és 1 évvel a műtéteket követően (CCC vs. femto. caps.: 1 hónap: 0,84±0,16 vs. 0,94±0,11 $p=0,031$; 1 év: 0,92±0,09 vs. 0,97±0,06 $p=0,038$).

Szignifikáns különbséget találtunk a femtolézer asszisztált capsulotomiák és a hagyományos kör alakú capsulorhexiseket követően implantált műlencsék posztoperatív pozíciós paramétereiben:

- a vertikális és horizontális tilt értékei szignifikánsan magasabbak voltak a hagyományos capsulotomiákat követően (CCC vs. femto. caps.: vertikális tilt: 4,34±2,40 vs. 2,15±1,41 $p<0,001$; horizontális tilt: 2,75±1,67 vs. 1,53±1,08 $p=0,007$).
- a horizontális és teljes decentráció értékei szintén szignifikánsan magasabbak voltak a hagyományos capsulotomiákat követően (CCC vs. femto. caps.: horizontális decentráció: 270,83±190,85 vs. 164,25±113,78 $p=0,034$; teljes decentráció: 334,91±169,67 vs. 230,27±111,54 $p=0,022$).

A 0,4 mm-nél, illetve 5 foknál dichotomizált decentráció és tilt értékek eloszlásának összehasonlítása kapcsán khi-négyzet teszttel a két betegcsoportban szignifikáns eltérést tapasztaltunk a vertikális tilt, horizontális és teljes decentráció értékeiben. A hagyományos capsulorhexis csoportban az 5 foknál nagyobb, illetve kisebb mértékű vertikális tilt aránya 10/25, míg a femtolézeres csoportban ez az arány 1/20 volt (p=0,008). A 0,4 milliméternél nagyobb, illetve kisebb horizontális decentráció aránya a hagyományos capsulorhexis csoportban 6/25, a femtolézeres csoportban 0/20 volt (p=0,036). Szintén szignifikánsan kedvezőbb arányt találtunk a teljes decentráció tekintetében a femtolézeres csoportban (8/25 vs. 0/20; p=0,017).

Szignifikáns összefüggést találtunk a teljes decentráció és a szférikus manifeszt refrakció posztoperatív 1 hónapos és 1 éves értékei között mért változás mértéke között (R=0,33 p=0,032).

A manifeszt refrakció változásai nem mutattak összefüggést a tilt paraméterek értékeivel (p>0,05).

A lineáris regressziós analízis szignifikáns korrelációt mutatott a műlencsék vertikális tiltje és a legjobb korrigált látóélesség között (R^2=0,17; β=-0,41; 95%-os Cl:-0,69 - -0,1; p=0,005).

Következtetések

Refraktív szürkehályogműtétek során femtolézer asszisztált capsulotomiák segítségével jelentős klinikai előnyök érhetők el, a capsulotomia szabályos alakjának, jól kontrollálható méretének és pozíciójának köszönhetően.

1. Eredményeink, melyeket munkacsoportunk a nemzetközi és hazai szakirodalomban elsőként publikált, s melyeket a későbbiekben több független munkacsoport közleménye is megerősített, azt mutatták, hogy a femtolézeres capsulotomiák pontosan méretezhetőek, valamint szignifikánsan regulárisabb capsululotomiák készíthetőek femtolézerrel, mint hagyományos manuális technikával végzett kör alakú capsulorhexis készítése közben.

2. Elsőként írtuk le, hogy a precízen beállítható átmérőknek és a jó centrálásnak köszönhetően femtolézeres capsulotomiák esetén az elülső lencsetok körben, egyenletesebben fedi a műlencsét a hagyományos capsulorhexisekkel összehasonlítva.

3. A femtolézeres capsulotomiák után implantált műlencsék esetében az elülső tok és a műlencse optikája között kialakuló egyenletesebb átfedés kedvezőbb posztoperatív műlencsepozíciót eredményez mind a műlencsék centrációja, mind dőlése tekintetében.

4. Elsőként közöltük, hogy hagyományos capsulorhexiseket követően mind a klinikailag szignifikáns műlencse tilt, mind a klinikailag szignifikáns műlencse decentráció mértéke jelentősebb a femtolézer asszisztált capsulotomiákkal összehasonlítva. A klinikailag szignifikáns műlencse decentráció lehetősége hatszor nagyobb hagyományos manuális technikával készített capsulorhexisek esetén a femtolézeres capsulotomiákkal összehasonlítva.

5. Szintén elsőként sikerült megállapítanunk, hogy femtolézeres capsulotomiákat követően a műlencsék stabil helyzete jobban tervezhető, stabilabb posztoperatív refrakciót és jobb látóélességet (legjobb korrigált vízus) eredményez. A műlencsék decentrációja felelős a posztoperatív manifeszt refrakció változásáért, míg a legjobb korrigált látóélességet a műlencsék tiltje befolyásolja.

Saját publikációk jegyzéke

A disszertációhoz kapcsolódó saját publikációk jegyzéke

Kránitz K, Takacs A, Miháltz K, Kovács I, Knorz MC, Nagy ZZ. (2011) Femtosecond Laser Capsulotomy and Manual Continuous Curvilinear Capsulorrhexis Parameters and Their Effects on Intraocular Lens Centration. J Refract Surg. 27:558-63. *(IF: 2.541)*

Kránitz K, Miháltz K, Sándor GL, Takacs A, Knorz MC, Nagy ZZ. (2012) Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy. J Refract Surg. 28:259-63. *(IF: 2.474)*

Kránitz K, Nagy ZZ. Femtosecond Laser-Assisted Capsulotomy: Advantages in Better Postoperative Intraocular Lens Positioning. In Nagy Z. (szerk.), Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Facts and Results. Slack Incorporated, USA, 2014:23-27.

A disszertációhoz nem kapcsolódó publikációk jegyzéke

Kránitz K, Takács AI, Gyenes A, Filkorn T, Gergely R, Kovács I, Nagy ZZ. (2013) Femtosecond laser-assisted cataract surgery in management of phacomorphic glaucoma. J Refract Surg. 29:645-8. *(IF: 2.781)*

Kránitz K, Kovács I, Miháltz K, Sándor GL, Juhász É, Gyenes A, Nagy ZZ. (2014) Changes of corneal topography indices after CXL in progressive keratoconus assessed by Scheimpflug camera. J Refract Surg. 30:374-8 *(IF:3.468)*

Kránitz K., Nagy ZZ. Fotorefraktív keratectomiával kombinált elülső csarnok phakiás lencsebeültetés extrém nagyfokú myopia kezelésében. (2013) Szemészet. 150:134-136.

Kránitz K, Kovács I, Miháltz K, Sándor GL, Knorz MC, Németh J, Nagy ZZ. (2012) Corneal changes in progressive keratoconus after cross-linking assessed by Scheimpflug camera. J Refract Surg. 28:645-9. *(IF 2011: 2.474)*

Kránitz K, Miháltz K, Kovács I, Takács Á, Nagy ZZ. (2010) A hullámfront-aberrációk szerepe a keratoconus diagnosztikájában. Szemészet. 147:28-32.

Ecsedy M, Sándor GL, Takács ÁI, **Kránitz K,** Kiss Z, Kolev K, Nagy ZZ. (2015) Femtosecond laser-assisted cataract surgery in Alport syndrome with anterior lenticonus. Eur J Ophthalmol, 25:507-11.

Sándor GL, Kiss Z, Bocskai ZI, Kolev K, Takács ÁI, Juhász É, **Kránitz K**, Tóth G, Gyenes A, Bojtár I, Juhász T, Nagy ZZ. (2015) Evaluation of the mechanical properties of the anterior lens capsule following femtosecond laser capsulotomy at different pulse energy settings. J Refract Surg. 31:153-7. *(IF: 3.468)*

Nagy ZZ, Kiss HJ, Takács ÁI, **Kránitz K,** Czakó C, Filkorn T, Dunai Á, Sándor GL, Kovács I. (2015) Results of femtosecond laser-assisted cataract surgery using the new 2.16 software and the SoftFit® Patient Interface. Orv Hetil. 156:221-5.

Szepessy Z, Toth G, Barsi A, **Kranitz K**, Nagy ZZ. (2015) Anterior Segment Characteristics of Fuchs Uveitis Syndrome. Ocul Immunol Inflamm. 15:1-5.

Barta Á, Kiss HJ, Filkorn T, **Kránitz K**, Nagy ZZ. (2015) Fotorefraktív keratectomia után végzett multifokális műlencse-beültetés kihívásai. Szemészet. 152:80-82.

Juhász É, Sándor GL, **Kránitz K**, Filkorn T, Nagy ZZ. (2015) Multifunkcionális femtolézerrel végzett LASIK-műtétek. Szemészet. 152:139-146.

Kiss HJ, Takács ÁI, **Kránitz K**, Filkorn T, Juhász É, Sándor GL, Tóth G, Nagy ZZ. (2015) Femtoszekundum lézer asszisztált szürkehályog-műtét teljes vastagságú szaruhártya-átültetésen átesett betegen – Esetismertetés. Szemészet. 152:76-79.

Sándor GL, Kiss Z, Bocskai ZI, Kolev K, Takács ÁI, Juhász É, **Kránitz K**, Tóth G, Gyenes A, Bojtár I, Juhász T, Nagy ZZ. (2015) A szemlencse elülső tokjának biomechanikai vizsgálata manuális capsulorhexis és femtoszekundumos lézeres capsulotomia után. Szemészet. 152:122-130.

Nagy ZZ, Dunai A, **Kránitz K**, Takács AI, Sándor GL, Hécz R, Knorz MC. (2014) Evaluation of femtosecond laser-assisted and manual clear corneal incisions and their effect on surgically induced astigmatism and higher-order aberrations. J Refract Surg. 30:522-5 (IF: 3.468)

Dienes L, **Kránitz K**, Juhász E, Gyenes A, Takács A, Miháltz K, Nagy ZZ, Kovács I. (2014) Evaluation of intereye corneal asymmetry in patients with keratoconus. A scheimpflug imaging study. PLoS One.8;9(10) (IF: 3.534)

Sándor GL, Kiss Z, Bocskai ZI, Kolev K, Takács AI, Juhász E, **Kránitz K**, Tóth G, Gyenes A, Bojtár I, Juhász T, Nagy ZZ. (2014) Comparison of the mechanical properties of the anterior lens capsule following manual capsulorhexis and femtosecond laser capsulotomy. J Refract Surg. 30:660-4. (IF:3.468)

Juhasz E, Filkorn T, **Kranitz K**, Sandor GL, Gyenes A, Nagy ZZ. (2014) Analysis of planned and postoperatively measured flap thickness after LASIK using the LenSx multifunctional femtosecond laser system. J Refract Surg. 30:622-6. (IF: 3.468)

Kovács I, **Kránitz K,** Sándor GL, Knorz MC, Donnenfeld ED, Nuijts RM, Nagy ZZ. (2014) The effect of femtosecond laser capsulotomy on the development of posterior capsule opacification. J Refract Surg. 30:154-8. (IF: 3.468)

Szepessy Z, Takács Á, **Kránitz K,** Filkorn T, Nagy ZZ. (2014) Intraocular femtosecond laser use in traumatic cataract. Eur J Ophthalmol. 24:623-5. (IF: 1.068)

Nagy ZZ, Takacs AI, Filkorn T, **Kránitz K**, Gyenes A, Juhász É, Sándor GL, Kovacs I, Juhász T, Slade S. (2014) Complications of femtosecond laser-assisted cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 40:20-8. (IF: 2.552)

Juhasz E, **Kranitz K**, Sandor GL, Gyenes A, Toth G, Nagy ZZ. (2014) Wavefront properties of the anterior and posterior corneal surface after photorefractive keratectomy. Cornea. 33:172-6. (IF: 2.36)

Filkorn T, Kovács I, **Kranitz K**, Takács ÁI, Horváth É, Knorz MC., Nagy ZZ. (2014) Intraocular Lens Calculation Results and Refractive Outcomes After Femtosecond Laser-Assisted and Conventional Cataract Surgery. In Nagy ZZ (szerk.), Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Facts and Results. Slack Incorporated, USA, 2014:33-36.

Dunai Á, **Kránitz K**, Knorz MC, Nagy ZZ. Femtosecond Laser-Assisted Clear Corneal Wounds and Their Effects on Surgically Induced Astigmatism. In Nagy ZZ (szerk.),

Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Facts and Results. Slack Incorporated, USA, 2014:41-44.

Kovács I, **Kránitz K**, Nagy ZZ. The Effect of Femtosecond Laser Capsulotomy on the Development of Posterior Capsule Opacification. In Nagy ZZ (szerk.), Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Facts and Results. Slack Incorporated, USA, 2014:57-60.

Juhász É, **Kránitz K**, Takács ÁI, Gyenes A, Nagy ZZ. Flap Creation Using LenSx Femtosecond Multiple-Use Laser System. In Nagy ZZ (szerk.), Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Facts and Results. Slack Incorporated, USA, 2014:67-72.

Tóth G, **Kránitz K**., Gyenes A. Nagy ZZ. (2013) Ipari lúgsérülés következtében kialakult recidiváló erózió kezelése fototerápiás keratectomiával két eset kapcsán. Szemészet. 150:67-70.

Nagy ZZ, Filkorn T, Takács AI, **Kránitz K,** Juhasz T, Donnenfeld E, Knorz MC, Alio JL. (2013) Anterior segment OCT imaging after femtosecond laser cataract surgery. J Refract Surg. 29:110-2. (IF: 2.781)

Nagy ZZ, Juhász T, Takács Á, Sándor G, Filkorn T, **Kránitz K**, Juhász É. (2012) A femtolézerrel végzett hályogsebészet eredményei. Szemészet. 149:118-122.

Miháltz K, **Kránitz K**, Nagy ZZ. (2012) A hullámfront-analízis alapjai és klinikai alkalmazása. Szemészet. 149. évf. 3. sz., p. 181-187.

Szigeti A, **Kránitz K,** Takacs AI, Miháltz K, Knorz MC, Nagy ZZ. (2012) Comparison of long-term visual outcome and IOL position with a single-optic accommodating IOL After 5.5- or 6.0-mm Femtosecond laser capsulotomy. J Refract Surg. 28:609-13. (IF 2.474)

Nagy ZZ, **Kránitz K**, Takacs A, Filkorn T, Gergely R, Knorz MC. (2012) Intraocular femtosecond laser use in traumatic cataracts following penetrating and blunt trauma. J Refract Surg. 28:151-3. (IF 2.474)

Nagy ZZ, **Kránitz K**, Takacs A, Filkorn T, Gergely R, Knorz MC. Use of an intraocular femtosecond laser in traumatic cataracts following penetrating and blunt trauma. J Refract Surg. 28:151-3. (IF 2.474)

Miháltz K, Knorz MC, Alió JL, Takács AI, **Kránitz K**, Kovács I, Nagy ZZ. (2011) Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery. Refract Surg. 27:711-6. (IF: 2.541)

Nagy ZZ, **Kránitz K**, Takacs AI, Miháltz K, Kovács I, Knorz MC. (2011) Comparison of Intraocular Lens Decentration Parameters After Femtosecond and Manual Capsulotomies. J Refract Surg. 20:1-6. (IF: 2.541)

Miháltz K, Kovács I, **Kránitz K,** Erdei G, Németh J, Nagy ZZ. (2011) Mechanism of aberration balance and the effect on retinal image quality in keratoconus Optical and visual characteristics of keratoconus. J Cataract Refract Surg. 37:914-22. (IF: 2,942)

Miháltz K, **Kránitz K**, Kovács I, Takács A, Németh J, Nagy ZZ. (2010) Shifting of the line of sight in keratoconus measured by a hartmann-shack sensor. Ophthalmology. 117:41-8. (IF: 5,017)

Varga V, Hangya B, **Kránitz K**, Ludányi A, Zemankovics R, Katona I, Shigemoto R, Freund TF, Borhegyi Z. The presence of pacemaker HCN channels identifies theta rhythmic GABAergic neurons in the medial septum. J Physiol 586:3893-3915. (IF: 4,649)