

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Szürkehályog műtét kimenetelét befolyásoló tényezők –
phacoemulsificatio heggek ultrastrukturális és biometriai
paraméterek- vizsgálata**

Dr. Revák Ágnes

Témavezető: Dr. Sohajda Zoltán



DEBRECENI EGYETEM
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2026

**Szürkehályog műtét kimenetelét befolyásoló tényezők –phacoemulsificatio
s hegyek ultrastrukturális és biometriai paraméterek- vizsgálata**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
a klinikai orvostudományok tudományágban

Írta: Dr. Revák Ágnes, általános orvos

Készült a Debreceni Egyetem Klinikai Orvostudományok Doktori Iskolája
(Experimentális és Operatív Orvostudományok programja) keretében

Témavezető: Dr. Sohajda Zoltán, PhD

Az értekezés bírálói:

Prof. Dr. Szekanecz Zoltán, az MTA doktora
Dr. Werling Dóra, PhD

A bírálóbizottság:

elnök: Prof. Dr. Szűcs Gabriella, az MTA doktora

tagok: Prof. Dr. Cserhádi Csaba, az MTA doktora
Dr. Tóth Gábor, PhD

Az értekezés védésének időpontja:

Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar

Belgyógyászati Intézet, A épület tanterme

2026. február 26. 13:00

1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Napjainkban a szemlencse elszürkülése vagyis a szürkehályog betegség évről évre nagyobb mértéket ölt. Mind a közepes, mind az alacsony jövedelmű országokban a vakság vezető oka. Világszerte a női betegek körülbelül 35,5%-a és a férfi betegek 30,1%-a vakul meg szürkehályog miatt. Egy tanulmány szerint 2050-re, a szürkehályog prevalenciája 100 000 főre vetítve, a becslések szerint 1232,33 fő lesz. Különböző kutatások kimutatták, hogy a 80 éves vagy ettől idősebb korosztályban az emberek 90%-ánál alakul ki szürkehályog. Ahogy a világ népessége folyamatosan öregszik, a szürkehályog előfordulásának valószínűsége a 2010-ben regisztrált több mint 10 millióról 2025-re várhatóan 40 millióra fog emelkedni. 2050-re további növekedést prognosztizálnak, a becslések szerint 474 millió látássérült ember lesz világszerte, közülük 61 millió egyénnek okozza majd szürkehályog a látásromlását.

Jelenleg a szemészeti műtétek között a szürkehályog műtét a leggyakrabban végzett beavatkozás. Az elkövetkező évtizedekben a szürkehályog előfordulásának várható növekedésével párhuzamosan 2036-ra az a szürkehályog műtétek arányának 72 és 144% közötti növekedése várható.

A műtét egyik modern formája a phacoemulsificatio. Ennél a technikánál már jóval kisebb, pár milliméteres (jelenleg általában 2 mm körüli) cornealis seben keresztül történik a szürkehályog eltávolítása, illetve ugyanezen seben keresztül ültethető be a mülencse is. Ezen clear cornealis alagútsebek varrattal történő zárása az esetek döntő többségében már nem szükséges, így minimálisra csökkenthető a postoperatív astigmia lehetősége. A műtét során a phacoemulsificator a lencsemagot ultrahang energia által vezérelt csőszerű titániumvéggel ellátott kézidarabbal fragmentálja kisebb darabokra, majd ezeket a darabokat ugyanezen készülék segítségével távolítják el a szem belsejéből. Ezután a maradék kéregdarabok leszívása irrigáló-aspiráló fej segítségével történik. Mind a phacoemulsificatio, mind az irrigatio-aspiratio szakasza alatt a kis cornealis sebnek köszönhetően, zárt rendszerben, infúzió (BSS) tartja fennt az állandó szemnyomást illetve a konstans csarnokmélységet.

Ezen műtétnek speciális eszközigénye van, melyre a gyártók ajánlása alapján több alternatíva áll rendelkezésre. A műtétek során jelenleg egyszer- vagy többszörhasználatos phacoemulsificatio hegyeket használnak az operatőrök. Többnyire finansziális okok miatt (off-label módon) az egyszerhasználatos hegyek is többször kerülnek használatra illetve a

többszörhasználatos hegyeknek is magasabb a gyakorlati alkalmazási száma, mint az a gyártó által ajánlott volna.

A szürkehályog műtétek fejlődésével, valamint a műtéti sebek nagyságának csökkenésével jelentősen csökkent a intra- illetve postoperatív szövődmények előfordulása. A műtétet követő 12- 48 órán belül jelentkező, korai posztoperatív szövődmény lehet a toxikus elülső szegmens szindróma (TASS), mely egy heveny, steril gyulladás. A cornea endothel rétegének károsodása miatt diffúz cornea oedema, a vér-csarnokvíz gát sérülése miatt fibrines gyulladás és hypopyon, az iris és trabeculáris hálózat diszfunkciója miatt tág pupilla és secunder glaucoma jellemzi. A gyulladás kizárólag az elülső szegmentre korlátozódik, hátsó szegment érintettséggel nem jár. A betegek fő panasza általában a hirtelen, nagyfokú látásromlás illetve az erős szemfájdalom. Számos anyag okozhat TASS-t, beleértve a sebészeti eszközök tisztítása és sterilizálása során használt anyagok maradványait, a helytelen pH-jú, ozmolaritású vagy ionösszetételű öblítőoldatokat, tartósítószeret, stabilizálószereket, denaturált szemészeti viszkózus sebészeti anyagokat, endotoxinokat, nehézfémeket, toxikus dózisu intraoculáris gyógyszereket és kenőcsöket. A szemészeti eszközökön, a használatukat követően egyre nagyobb számban megjelenő felszíni sérülések anyaghiányába a tisztítás során használt anyagok, de a műtétek során jelenlévő szerves anyagmaradványok is felhalmozódhatnak és TASS-t okozhatnak.

Kutatásaink során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a műtétek száma mennyire befolyásolja a hegyek kopását, illetve meg lehet e határozni egy olyan használati határértéket mely még nem eredményez lényeges változást a hegyek morfológiájában, ezáltal nincs befolyással a műtét kimenetelére és szövődményeire. Mindezek mellett a jelenleg leginkább elterjedt két műtéti technika (divide and conquer, chop) összehasonlítását is elvégeztük a hegyekre gyakorolt hatásaik tekintetében. Ennek során gyári, csak sterilizált, illetve a különböző műtétszámon átesett, egyszer és többszörhasználatos phacoemulsificatiós hegyeket vizsgáltuk és hasonlítottuk össze atomi erő mikroszkóp és reflexiós fénymikroszkóp segítségével.

Emellett a szürkehályog műtétek eredményességét nagymértékben befolyásolja a műtét előtti műlencse tervezés pontossága, azaz a biometria is. Az utóbbi években több tanulmány is bebizonyította, hogy az optikai módszerrel végzett biometria pontosabb és reprodukálhatóbb mérési eredményeket biztosít, mint az A-scan ultrahang vizsgálat. Ez a vizsgálómódszer a szaruhártya elülső felszínét borító könnyfilm és retinális pigmentepithel közötti távolságot méri alacsony koherenciájú interferometriával. A vizsgálat non-kontakt módon zajlik és még nehezebben kooperáló betegek esetében is viszonylag rövid idő alatt elvégezhető.

Az emberi szem mérhető paraméterei nem állandóak életünk során. A biometrikus paraméterek a gyermekkortól kezdve változnak, és a refrakció változásai is jól leírtak. Ezenkívül számos paraméter életkorral összefüggő fokozatos változáson megy keresztül felnőttkorban, mint például a keratometriás értékek meridiánja, az elülső csarnok mélysége, a lencse vastagsága és a szaruhártya white-to-white távolsága. A lassú, életkorral összefüggő változások mellett a szemtengelyhossz (AL) szezonális eltéréseit is megfigyelték fiatal felnőtteknél, és ezeket összefüggésbe hozták a melatonin szekréció ingadozásaival.

Több, mint 30 éve kimutatták, hogy a szem egyes mérhető paraméterei napi változásokon mennek keresztül. Ilyen eltéréseket leírtak már a szemnyomás (IOP), a szaruhártya centrális vastagsága (CCT), a cornea topográfia, a keratometria értékek, a magasabb rendű aberrációk (HOA) és az AL esetében. De ismert az is, hogy az elülső csarnok mélysége (ACD), a retina idegrost rétege (RNFL), a retina és a chorioidea vastagsága és néhány könnyparaméter is változhat. Korábbi vizsgálatok alapján a szem mérhető paramétereinek napi változása szintén jelentős gyermekeknél, ami fontos következményekkel járhat a rövidlátás kialakulásában. Ebben a vizsgálatban a szemtengelyhossz és az IOP megközelítőleg párhuzamosan változott egymással, és ellentétesen a chorioidea vastagsággal.

Több, az imént felsorolt paraméter bír jelentőséggel a műlencse tervezése során. Nem világos, hogy egyes paraméterek, még ha a nap folyamán változnak is, elérik-e a klinikailag szignifikáns szintet, amely befolyásolja az intraoculáris lencse (IOL) tervezésének pontosságát. Mivel a műlencsetervezéssel kapcsolatos elvárások folyamatosan növekednek, egyre inkább törekednünk kell a mérések és eredmények minnél pontosabbá tételére. Erre azért is egyre nagyobb az igény, mert a cataracta műtét napjainkra a látás javításán túl refraktív célokat is ki kell, hogy elégítsen. Emiatt minden olyan új információ, amely a mérés pontosságát tovább javíthatja kiemelkedő jelentőséggel bír.

Tanulmányunk célja annak vizsgálata volt, hogy egy nagy keresztmetszeti adatbázis felhasználásával láthatóak-e az optikai elven mért biometrikus paraméterek diurnális változásai a nap különböző időpontjaiban. Ezenkívül elemeztük, hogy a megfigyelt változásoknak lehet-e klinikai jelentősége az IOL tervezésének folyamatában, illetve figyelembe kell-e venni a mérés időpontját a pontosság növelése érdekében.

2. Célkitűzés

Phacoemulsificatio során, az in vivo körülmények között használt hegyeket mikrostrukturálisan nem csak az intraoperatív UH energia, hanem a lencseeltávolítás közbeni fizikai kontaktus is károsíthatja. Mivel ezeket a hegyeket többször is használhatjuk így a műtéti eredményességre is hatással lehetnek ezen elváltozások. Tanulmányunk során reflexiós fénymikroszkóppal és atomi erő mikroszkóppal (AFM) vizsgáltuk hogyan változik a phacohegyek mikrostrukturális szerkezete szürkehályog műtétek során.

Vizsgálataink során célul tűztük ki, hogy megítéljük hogyan változik az egyszer- és többszörhasználatos hegyek felszíni érdessége.

Célul tűztük ki továbbá, hogy összehasonlítsuk két műtéti technika hatását a phacoemulsificatio hegyek mikrostrukturális szerkezetére, illetve annak vizsgálatát is, hogy melyik a kevésbé anyagkárosító technika.

Ezen túl arra is kerestük a választ, hogy a különböző biometrikus paraméterek esetén vannak-e és milyen mértékű változások mutathatók ki a nap különböző időpontjaiban. Illetve, hogy ezeknek a változásoknak lehet-e klinikai jelentősége a műlencse (IOL) dioptriájának tervezésében és kiszámításában.

3. Betegek és módszerek

Phacoemulsificatio hegyek ultrastrukturális vizsgálata

Betegek

Vizsgálatunkba I-IV fokban érett szürkehályoggal diagnosztizált, 22 és 94 év közötti betegeket vontunk be. A betegpopulációt két részre osztottuk, egy részüket divide and conquer másik részüket chop technikával operáltuk meg. A műtéteket teljeskörű szemészeti kivizsgálás (vizus vizsgálat, szemnyomásmérés, réslámpás vizsgálat szűk majd tágított pupilla mellett, fundus vizsgálat) és műlencse tervezés előzte meg. Majd az operációk szemfelszíni csepp érzéstelenítésben történtek meg.

A vizsgálatok és műtétek helyi etikai bizottság által jóváhagyott keretek között zajlottak. (BORS-12/2020, DEKGYEK, 10/2020).

Phacoemulsificatio hegyek

Tanulmányunk során Bausch and Lomb DP8230A (hajlított többszörhasználatos) és Bausch and Lomb DP8230S (egyenes, egyszerhasználatos) phacoemulsificatio hegyekkel végeztünk szürkehályog műtéteket. Mindkét hegy esetében megtörténtek a mérések gyári állapotban, illetve öt, tíz, húsz, harminc és ötven sterilizálási ciklus után. Majd ugyanilyen számú műtét elvégzése után szintén elvégeztük a vizsgálatokat.

Műtéti technikák

A műtéteket két gyakorlott operatőr végezte, egyikük divide and conquer, a másik operatőr crack (chop) technikát alkalmazott, így lehetővé vált ezen technikák phacoemulsificatio hegyekre gyakorolt hatásának összehasonlítása is. A műtétek során minden esetben feljegyezésre került a betegek kora, a szürkehályog érettségi foka (grade I-IV), a műtét időtartama (esetidő), az abszolút phaco idő (APT), az effektív phaco idő (EPT), az átlagos phaco energia (UH AVE%), a műtét közbeni esetleges kontaktus a phacohegy és a segédeszköz között, illetve az esetleges műtéti szövődmény. Ezen utóbbi két esetben az adatokat kizártuk a további vizsgálatból.

Sterilizálás

A phacoemulsificatio hegyek tisztítása minden alkalommal desztillált vízzel és 2 bar nyomású sűrített levegővel történt. Majd autokláv (Statim 5000, SciCan GmbH, Leutkirch im Allgäu, Németország) segítségével, csomagolatlanul, 3,5 percre, 134°C-on végeztük a sterilizálást.

Morfológiai vizsgálat

A phacoemulsificatio hegyek morfológiai vizsgálatához atomi erő mikroszkópiát (AFM) és reflexiós fénymikroszkópiát használtunk (Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Kémiai Intézet, Határfelületi- és Nanoszerkezetek Laboratóriuma). A fénymikroszkópia segítségével kvalitatív információt szerezhetünk a tük élének és palástjának kopásáról. Az atomi erő mikroszkópiával szintén a tük élén és a palástján bekövetkező morfológiai változások kvantitatív nyomon követése valósítható meg a felületi érdesség meghatározásán keresztül. A vizsgálatokat a tük két részén végeztük: a tük élének a legvégén, mely először kerül a szövetekkel kapcsolatba (él) és a tüknek a hegyhez közeli (~50-100 µm távolság) külső palást részén (palást).

Ezek a helyeken AFM segítségével $20 \times 20 \mu\text{m}^2$ területekről készültek topográfiai felvételek. Emellett az élről körben, illetve a paláston körülbelül 1 mm-es területről készültek fénymikroszkópos felvételek.

Az AFM mérésekhez Park XE-100 (Park System, Inc., Suwon, Korea) készüléket használtunk, tapping módban, NSC15 szondával, 512×512 pixel felbontásban. A rögzített képeken kiértékelést követően érdesség analízist végeztünk. Ennek folyamán az átlagos felületi érdesség (S_a), a felületi négyzetes közép érdesség (S_q) és a tíz-pontos magasság (S_z) értékeket határoztuk meg:

$$S_a = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |z_j - \bar{z}|$$

$$S_q = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (z_j - \bar{z})^2}$$

Ahol N a mérési pontok száma, \bar{z} az átlagos magasság érték és z_j a magasság érték adott pontban.

Az S_a érték egy egyszerű áttekinthető számérték az átlagos érdességről, míg az S_q érték érzékenyebb a mintán előforduló nagyobb szintkülönbségekre, ezért érzékenyebben jelzi a kisebb számú nagyméretű objektumok jelenlétét. Az S_z érték a minta 10 legmagasabb és 10 legalacsonyabb pontjainak átlaga közötti eltérést adja meg, különösen érzékeny lehet ha a mintán akár csak lokalizált, de nagy mértékű szintkülönbségek találhatók. Az érdességeket az alábbi algoritmus szerint határoztuk meg. A reprezentatív AFM képeket 25 egyenlő ($4 \times 4 \mu\text{m}^2$) méretű mezőre osztottuk. A képrészleteken külön-külön elvégeztük az érdességanalízist. A kapott 25 érdesség adatnak vettük az átlagát és meghatároztuk a konfidencia intervallumát. A konfidencia intervallum mérete alapján plusz információt nyerünk a minták topográfiai homogenitásáról a $4 \mu\text{m}$ -es méretskálán.

Az él kopását a reflexiós fénymikroszkóp képek elemzésével is megvizsgáltuk. Ehhez meghatároztuk a tű élének a külső peremvonalhosszát, majd ezt az ideális elliptikus profil hosszához viszonyítottuk. Vizsgáltuk továbbá a tű élének a területében bekövetkező változását. A tű hegyének külső peremére kört illesztettünk és az illesztett profilt felhasználva előállítottunk egy maszkot. A képről meghatároztuk az ív hosszát és a maszk területét.

Az így kapott ív hosszát (l_{id}) hasonlítottuk az ideálisan sima peremvonalhosszhoz. A tű hegyének belső peremére szintén körívet illesztettünk és itt is létrehoztunk egy maszkot.

Meghatároztuk ennek a maszknak is a területét és a két maszkolt terület különbségként megkaptuk az ideális élű tű cikkelyének területét (A_{id}).

Ezt követően a képet megfelelő határértékek beállítását követően binárisra konvertáltuk. Meghatározzuk a külső íven a profil hosszát (I) és a túcikkely területét (A).

A kapott értékeket az ideális ívű értékekhez viszonyítjuk ($I/I_{id} \cdot 100\%$ és $A/A_{id} \cdot 100\%$).

Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzést Microsoft Excel szoftverrel (2016-os verzió, Microsoft Corp.) végeztük. A leíró statisztikákon (átlagok, a standard deviációk, mérési tartományok) túlmenően az adatok normalitását Kolmogorov-Smirnov teszt alkalmazásával vizsgáltuk. A csoportok közötti adatok összehasonlítására Wilcoxon tesztet, a változók közötti összefüggések értékelését Spearman korrelációs teszttel végeztük.

Biometriai paraméterek vizsgálata

Módszerek

A 16 éves életkor feletti beteg adatbázisban szereplő összes, rendelési időben végzett, phakiás szemmérése megkülönböztetés nélkül szerepelt a retrospektív adatgyűjtésben. Az egyetlen kizárási kritérium a korábbi lézeres látáskorrekció volt. A napi rutinunknak megfelelően mért adatbázist használtuk, naponta csak egyszer vettünk fel biometrikus adatokat ugyanarról a személyről.

A mérésekhez IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec AG Jena, Németország) készüléket (1.50.7.40411 szoftververzió) használtunk. A mérések 2016. július 9. és 2023. november 14. között történtek. A rendelési időt a GMT+1.0 időzónában 7:00 és 15:00 óra között határoztuk meg és az adatokat óránkénti csoportokban kezeltük ezen a tartományon belül. A biometrikus mérések medián ideje 10:44:12 volt.

Az adatgyűjtéshez anonimizált betegadatokat, életkort, biológiai nemet és biometrikus paramétereket (tengelyhossz, elülső csarnokmélység, szaruhártya centrális vastagsága, szaruhártya white-to-white távolsága, keratometriás értékek, lencsevastagság) használtunk, melyeknek mérése az IOLMaster 700 szoftverrel történt. Az exportált csv fájlban található biometrikus értékek tartalmazták a vizsgálat pontos (óra:perc) időpontját. A teljes populáció mérési adatait így óra:perc adatok szerint rendeztük, és a vizsgálati órák intervallumai szerint csoportosítottuk. Ezen csoportokból származó adatokat, azaz az egyórás intervallumokban végzett vizsgálati eredményeket, használtuk fel a további elemzéshez.

A vizsgálati protokoll megfelelt a 2013-ban felülvizsgált Helsinki Nyilatkozat alapelveinek, és azt a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház Regionális/Intézményi Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága hagyta jóvá, BORS-03/2024 azonosító számmal.

Statisztikai elemzés

Az adatkezeléshez és a statisztikai adatfeldolgozáshoz Microsoft Excel 2021 programot és MedCalc statisztikai szoftver 13.0.6 verzióját (MedCalc Software BvBA, Ostend, Belgium) használtuk. A 0,05 alatti P-értéket tekintettük szignifikánsnak. Leíró statisztikákat végeztünk az átlag, a median és a szórás (SD) meghatározására. Az adatok eloszlását és normalitását Shapiro-Wilk teszttel becsültük meg, majd Mann-Whitney tesztet használtunk az adatcsoportok összehasonlítására. Három vagy több, nem illeszkedő csoport összehasonlítására Kruskal-Wallis tesztet, két változó közötti kapcsolat számszerűsítésére Spearman korrelációs tesztet alkalmaztunk.

4. Eredmények

Phacoemulsificatio hegy felszíni struktúrális változása, különböző mütéti technikák és mütétszámok függvényében

Vizsgálatunk során 2 operatőr 820 szemén végzett egyoldali szürkehályog mütétet. A betegek átlagéletkora 69,67 év, a katarakta érettségi foka átlagosan 2,65 (I-IV skálán) volt. A különböző mütéti technikával operált két betegcsoport között magkeménység tekintetében nem volt szignifikáns a különbség ($p=0,52$). Divide and conquer technika esetén 2,58 volt az átlagos magkeménység, chop technikával operált betegek esetében 2,70.

Adataink elemzése során láthatóvá vált, hogy az életkor és magkeménység ($r=0,87$, $p=0,0045$), a terület százalék és az abszolút phaco idő (APT) ($r=-0,9$, $p=0,03$), valamint a terület százalék és az EPT ($r=-0,9$, $p=0,03$) között szignifikáns korreláció volt. A terület % és APT valamint EPT adatok közötti negatív korreláció szerint, minél hosszabb ideig alkalmazzuk a phaco energiát annál nagyobb a terület % csökkenése, vagyis a hegy kopása. Profilhossz % esetében azonban csak egy érdekességi mutatóban (Sz_conf) találtunk szignifikáns különbséget ($r=-0,9$, $p=0,03$). Ugyancsak különbséget találtunk a két mütéti technika között a terület százalék ($p=0,04$) illetve a mütét alatt alkalmazott átlagos UH energia (UH ave %) tekintetében ($p<0,01$).

Egy érdességi mutató kivételével (Sz_conf : $p=0,03$), a divide and conquer technikával végzett műtétek esetében kapott szám adatok magasabbak a chop technikához képest. A chop technikával kivitelezett műtétek során átlagosan nagyobb ultrahang energiára volt szükség. A terület % közötti különbség arra utal, hogy divide and conquer technikával kisebb mértékű a hegyek felületi kopása.

A gyári egyszerhasználatos és többszörhasználatos hegyek több él és palást paraméterben különböztek (Él: Sa $p=0,04$, Sq $p=0,04$, Sz $p=0,02$, Palást: Sa $p=0,01$, Sq $p=0,01$).

A csak sterilizált, de nem használt egyszerhasználatos és többszörhasználatos hegyek között szintén az él és a palást több adatában találtunk különbséget (Él Sa $p=0,03$, Sq $p=0,05$, Sz $p=0,04$, Sz és Palást Sa $p<0,01$, Sq $p=0,01$, Sq $p=0,01$). A többszörhasználatos hegyek paramétereiben az él, egyszerhasználatos hegyek értékeiben a palást mutatói voltak nagyobbak, míg a sterilizálás szignifikáns mértékben nem volt hatással az él és a palást paramétereire.

Mind az egyszer, mind a többszörhasználatos hegyeknél megfigyelhető volt a terület % fokozatos csökkenése, illetve a profilhossz % növekedése, melyet az érdességi mutatók változása is alátámaszt.

Az adatok elemzése során látható volt, hogy 5 műtétet követően jelentősen megnő a minták érdessége, ami a további használatnál egy fokozatos csökkenést mutat, majd mindkét hegytípusnál a huszadik műtét után látható egy kiugrás, melyet újabb fokozatos csökkenés követ.

Biometriai paraméterek vizsgálata

Vizsgálatunkhoz 30657 szem biometrikus adatait használtuk fel (38,89% férfi, 61,11% nő). A különböző munkaidő intervallumban mért csoportok között nem volt statisztikailag szignifikáns különbség az átlagéletkorban (Kruskal-Wallis $p>0,05$), és az ACD, LT, CCT és WTW sem különbözött statisztikailag a különböző csoportok között (Kruskal-Wallis $p>0,05$). Férfiak esetében a munkaidő alcsoportjai között a legnagyobb átlagos életkorkülönbség 2,28 év, a nők esetében pedig 1,46 év volt.

Az életkor és az AL szignifikánsan korrelált mind a férfi, mind a női populációban ($r=-0,12$; $p<0,001$, illetve $r=-0,147$; $p<0,001$), és ez a korreláció akkor is megfigyelhető volt, amikor a munkaidős csoportokat elkülönítettük.

A rendelési idő vége (15:00 óra) és kezdete (7:00 óra) közötti AL-különbség a teljes populáció esetében 0,223 mm, a férfi csoport esetében 0,198 mm, a női csoport esetében pedig 0,197 mm volt.

A műlencse dioptriájának kiszámítását az AL napi változása alapján végeztük a Barrett Universal II képlettel (calc.apacrs.org/barrett_universal2105).

118,9-es A-constans használata esetén csak a tengelyhosszak különbsége mutat legfeljebb 1,0 D-s műlencse-dioptriakülönbséget.

A férfi populáció AL-értékeiből számított IOL dioptriaértékek a hagyományos számítás szerint 21,0 és 20,0 D között változnak, a női populáció esetében ezek az értékek 21,5 D és 20,5 D között találhatók.

5. Új eredmények és következtetések

1. Phacoemulsificatio hegyek atomi erő mikroszkópos vizsgálata tanulmányunkban valósult meg elsőként, amely in vivo, valós műteti körülmények között, az eddigi legnagyobb esetszámú vizsgálat volt. Ennek során megállapítottuk, hogy a chop technikával használt hegyeken volt megfigyelhető nagyobb érdességfokozódás és felületi károsodás.
2. Eredményeinknek klinikai gyakorlati jelentősége lehet olyan szempontból is, hogy a többszörhasználatos hegyekkel a gyártók többsége által ajánlott 10 használat helyett, akár 20 műtét is végezhető jelentős szövödmény nélkül. Illetve megfontolandó az egyszerhasználatos hegyek többszöri felhasználása is. Mindezeknek jelentős költséghatékonysági és környezetvédelmi szerepe lehet a jövőre nézve.
3. Eredményeink szerint az alacsonyabb érettségi fokú szürkehályogok esetében a divide and conquer technika kevésbé károsítja a tífelszint, és a műtét során kevesebb átlagos ultrahangenergiára van szükség.
4. Swept-source biométerrel meghatározott több biometrikus paraméter (CCT, ACD, K, WTW, LT, AL) közül a AL esetén találtunk jelentős napi tengelyhossz-változásokat egy nagy elemszámú keresztmetszeti adatbázisban.

5. Vizsgálataink során megfogalmztuk, hogy a tengelyhossz napi változása mögött egy módszertani és/vagy eszközfüggő tényező is áll, ami jóval nagyobb, mint a korábban leírt diurnális változás. Mindezek klinikailag jelentős befolyással lehetnek a mülencse dioptrirájának meghatározásában, amely akár 1,0 D-s mülencse-dioptriakülönbséget, ezáltal jelentős postoperatív célrefrakciótól való eltérést is jelenthet.



Nyilvántartási szám: DEENK/553/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Revák Ágnes
Doktori Iskola: Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. Németh, G., **Revák, Á.**, Vámosi, P., Elekes, Á., Módis, L., Sohajda, Z.: The variation in axial length in office hours causes a diopter change in the intraocular lens power calculation.
Eur. J. Ophthalmol. 35 (4), 1162-1168, 2025.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/11206721241304154>
IF: 1.4 (2024)
2. **Revák, Á.**, Németh, G., Korizs, J., Gyulai, G., Ábrahám, Á., Kiss, É., Sohajda, Z.: Examination of phacoemulsification tips after different numbers of cataract surgeries.
Sci. Rep. 14 (1), 1-9, 2024.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-024-67891-0>
IF: 3.9

További közlemények

3. Sohajda, Z., Széll, N., **Revák, Á.**, Papp, J., Tóth-Molnár, E.: Morfológiai és funkcionális változások CO₂-lézer-asszisztált mély sclerectomia után.
Szemész. 158 (2), 107-112, 2021.
4. Sohajda, Z., Széll, N., **Revák, Á.**, Papp, J., Tóth-Molnár, E.: Retinal Nerve Fibre Layer Thickness Change After CO₂ Laser-Assisted Deep Sclerectomy Surgery.
Clin. Ophthalmol. 14, 1749-1757, 2020.





5. **Revák, Á.**, Szendi, M., Sohajda, Z.: Recklinghausen-kórban szenvedő betegek szemészeti gondozása. Esetismertetés.
Szemész. 153 (3), 137-142, 2016.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 5,3

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
5,3**

A DEENK a Jelölt által a Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.10.27.

