



Açık Açılı Glokomda Gonyoskopi Yardımlı Translüminal Trabekülotomi ile Kombine Katarakt Cerrahisi Sonrası Ön Segment Değişiklikleri ve Refraktif Sonuçları

Anterior Segment Changes and Refractive Outcomes after Cataract Surgery Combined with Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in Open-Angle Glaucoma

© Hatice Tekcan, © Serhat İmamoğlu, © Mehmet Serhat Mangan

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Kombine fakoemulsifikasyon ve gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi (fako-GYTT) uygulanan hastalarda göz içi lens (GİL) hesaplama formüllerinin doğruluğunu karşılaştırmak ve kırma kusurlarını etkileyen faktörleri belirlemek.

Gereç ve Yöntem: Fako-GYTT cerrahi uygulanan 53 hastanın 53 gözü retrospektif olarak incelendi. Preoperatif ve postoperatif 3. ayda Scheimpflug kamera ile ölçülen ön segment (ÖS) parametreleri ve Sanders-Retzlaff-Kraft/teorik (SRK/T), Barrett-Universal II, Hill-radyal tabanlı fonksiyon (Hill-RBF) ve Kane formüllerindeki ortalama refraktif sapma (RS) ve mutlak RS karşılaştırıldı. Biyometrik parametrelerin ortalama RS üzerindeki etkisi korelasyon analizi ile incelendi.

Bulgular: Ameliyat sonrası aksiyel uzunluktaki (AU) kısalma ve ön kamara derinliği (ÖKD), ön kamara açısı (ÖKA) ve ön kamara hacmindeki genişleme istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0,001$). SRK/T ile ortalama RS $[-0,08$ diyoptri (D)], Barret (0,01 D) ve Hill-RBF (0,01 D) ile kıyasla daha miyopikti. Sıfıra en yakın sapma Kane formülü ile elde edildi (0,001 D). Kane formülü (0,30±0,28 D), SRK/T (0,38±0,32 D) ve Barrett formülleri (0,36±0,30 D) ile karşılaştırıldığında daha düşük bir mutlak sapma sağladı ($p < 0,001$). Mutlak sapmada Kane formülüne en yakın sonuçlar Hill-RBF formülü (0,32±0,28) ile elde edildi ($p = 0,02$). Ameliyat öncesi AU, Kane hariç tüm formüllerde ortalama RS ile anlamlı şekilde ilişkiliydi. Barrett, RS ile postoperatif ÖKD ve ÖKA arasında anlamlı bir korelasyona sahip olmayan tek formüldü.

Sonuç: Kane formülü, ÖS ve AU'da önemli değişikliklere neden olabilecek fako-GYTT cerrahisinde SRK/T ve Barrett-Universal II formüllerinden daha başarılı GİL güç hesaplaması sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi, göz içi lens formülü, fakoemulsifikasyon, refraktif sapma

Abstract

Objectives: To compare the accuracy of intraocular lens (IOL) calculation formulas in patients undergoing phacoemulsification combined with gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (phaco-GATT) and to determine the predictive factors for refractive errors.

Materials and Methods: Fifty-three eyes of 53 patients undergoing phaco-GATT were retrospectively reviewed. The preoperative and postoperative 3-month anterior segment (AS) parameters were measured by Scheimpflug camera. The mean prediction error (PE), mean absolute error (MAE) in the Sanders-Retzlaff-Kraft/theoretical (SRK/T), Barrett-Universal II, Hill-radial basis function (Hill-RBF) and Kane formulas were compared. The influence of biometric parameters on PE were analyzed by correlation analysis.

Results: Postoperatively, there was a statistically significant decrease in axial length (AL) and significant enlargement in anterior chamber depth (ACD), anterior chamber angle (ACA), and anterior chamber volume ($p < 0,001$). The mean PE using SRK/T ($-0,08$ diopters [D]) was more myopic than in the Barret (0,01 D) and Hill-RBF (0,01 D). The PE closest to zero was in the Kane formula (0,001 D). The Kane formula provided a lower MAE (0,30±0,28 D) than the SRK/T (0,38±0,32 D) and Barrett (0,36±0,30 D) ($p < 0,001$). The MAE in Hill-RBF (0,32±0,28) was comparable with that in Kane ($p = 0,02$). Preoperative AL was significantly associated with PE in all formulas except Kane. Barrett was the only formula that did not have a significant correlation between PE and postoperative ACD and ACA.

Conclusion: The Kane formula may provide higher predictability of the IOL power calculation than the SRK/T and Barrett-Universal II formulas in phaco-GATT surgery, which can cause significant changes in the AS and AL.

Keywords: Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, intraocular lens formula, phacoemulsification, refractive error

Cite this article as: Tekcan H, İmamoğlu S, Mangan MS. Anterior Segment Changes and Refractive Outcomes after Cataract Surgery Combined with Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in Open-Angle Glaucoma. Turk J Ophthalmol 2023;53:369-376

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Hatice Tekcan, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

E-posta: drhatice.doner@gmail.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0003-2383-4158
Geliş Tarihi/Received: 14.02.2023 Kabul Tarihi/Accepted: 29.05.2023

DOI: 10.4274/tjo.galenos.2023.36080

Giriş

Glokom cerrahisi ile kombine katarakt cerrahisi, katarakt ve glokomun yönetimi için uygun bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.^{1,2} Cerrahi teknikler, oküler biyometri ve göz içi lens (GİL) hesaplama formüllerindeki ilerlemelere rağmen, GİL gücünün hesaplanması, glokomatöz gözler ve kombine katarakt ve glokom cerrahisi gibi bazı durumlarda zor olmaya devam etmektedir.^{3,4,5,6,7} Bu özel durumlarda GİL gücünün doğru hesaplanmasının önündeki engeller arasında cerrahinin

göz içi basıncı (GİB) düşürücü etkisi ve aksiyel uzunluk (AU), keratometri (K) ve ön kamara derinliğinin (ÖKD) instabilitesi yer almaktadır.^{8,9,10}

Glokomlu gözlerde mikro invaziv glokom cerrahisi (MİGC), katarakt cerrahisi ile eş zamanlı yapılan bir yöntem olarak popülerlik kazanmıştır. Geleneksel filtreleme cerrahisine kıyasla anlamlı refraktif sapma (RS) riskinin azalması, bu daha az invaziv yaklaşımların avantajıdır.^{11,12,13,14} Gonyoskopi yardımlı translüminal trabekülotomi (GYTT) glokom tedavisinde yeni, minimal invaziv, sütsüz ve blebsiz bir işlemdir.¹⁵ Katarakt cerrahisinin GYTT ile birlikte GİB düşürücü etkisi çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır.^{16,17,18} Ancak bildiğimiz kadarıyla GYTT ile kombine katarakt cerrahisi sonrası refraktif sonuçların ve refraktif hatanın öngörü faktörlerinin araştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada kombine fakoemülsifikasyon ve GYTT (fako-GYTT) refraktif sonuçlarının değerlendirilmesi ve instabil refraktif sonuçları öngörebilecek faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada Sanders-Retzlaff-Kraft/teorik (SRK/T), Barrett-Universal II, Hill-Radyal Tabanlı Fonksiyon (Hill-RBF) ve Kane GİL hesaplama formülleri ile elde edilen postoperatif refraktif sonuçları karşılaştırdık. Ayrıca, bu parametrelerin refraktif sonuçlar üzerindeki etkisini araştırmak için kombine cerrahi sonrası GİB ve ön segment (ÖS) parametrelerindeki değişimi analiz ettik.

Gereç ve Yöntem

Eylül 2020-Temmuz 2022 tarihleri arasında tek merkezde komplike olmayan fako-GYTT yapılan açık açılı glokom (AAG) hastalarının dosyaları geriye dönük olarak incelendi. Bu çalışmada Helsinki Bildirgesi'nin ilkelerine bağlı kalındı ve Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yerel Etik Kurulu'ndan onayı alındı (karar no: HNEAH-KAK-KK-2022-210, tarih: 07.11.2022). Bilgilendirilmiş onam alınması gerekli değildi.

AAG için tanı kriterleri gonyoskopik olarak açının açık olduğunun doğrulanması, glokomatöz optik sinir başı değişiklikleri ve bilgisayarlı görme alanı testi ile glokomatöz görme alanı defektleri (24-2 test, SITA Standard, Humphrey Visual Field Analyzer II; Carl Zeiss Meditec, Jena, Almanya) idi. Primer açık açılı glokom (PAAG) sekonder glokom nedeni olmayan AAG, psödoeksfolyasyon glokomu (PEG) ise ÖS'de görünür eksofolyasyon materyali bulunan AAG olarak tanımlandı. GİB düzeyi maksimum medikal tedaviye rağmen kontrol altına alınamayan veya medikal tedaviyi tolere edemeyen, görmeye engel kataraktı olan hastalara fako-GYTT cerrahisi yapıldı.

Oküler cerrahi veya travma öyküsü, refraktif sonuçları etkileyebilecek eşlik eden göz hastalığı (kornea veya retina hastalıkları), intraoperatif komplikasyon (kapsüler yırtık, zonül diyalizi) ve postoperatif komplikasyon (uzun süren kornea ödemi, maküla ödemi, retina dekolmanı, ek glokom cerrahisi) görülen hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Ayrıca 180 derecenin altında trabekülotomi yapılan olgular "başarısız GYTT cerrahisi" olarak tanımlandı ve dışlandı. Ultrason biyometri gerektiren yoğun kataraktlı gözler çalışmaya alınmadı. Refraktif sonuçlar etkilenebileceğinden, ameliyat sonrası düzeltilmiş uzak görme

keskinliği (DUGK) $\leq 40/200$ ve kornea astigmatizması $\geq 2,0$ diyoptri (D) olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Bir hastanın her iki gözü de çalışma kriterlerini karşılıyorsa, ameliyat edilen ilk göz çalışmaya dahil edildi.

Tüm cerrahi işlemler, deneyimli bir glokom cerrahisi (S.İ.) tarafından sub-Tenon anestezi altında gerçekleştirildi. Üst ve temporal kadranlarda 20-gauge bıçak ile kornea insizyonları oluşturuldu. Ön kamaraya oküler viskoelastik madde enjeksiyonu yapıldı. Hastanın başı ve mikroskop eğilerek nazal açı görüntüldü ve temporal insizyondan direkt gonyoskopi lensi kullanılarak nazal iridokorneal açıya 1 ila 1,5 mm gonyotomi yapıldı. Ucu koter ile küntleştirilen 6-0 prolene sütür (Kent Medikal, Ankara, Türkiye) süperior insizyondan nazal açıya yönlendirildi. Sütür gonyotomiye yerleştirildi ve Schlemm kanalından ilerletildi. Sütürün gonyotomiden çıkan distal ucu tutuldu ve sütürün her iki ucu temporal insizyondan çekilerek trabekülotomi yapıldı. Yirmi olguda 180- ve 270-derece trabekülotomi yapılabildi. Tüm hastalara GYTT sonrası üst korneal limbua 2,8 mm boyunda saydam kornea insizyonu ve Infiniti Vision System (Alcon Laboratuvarları, Fort Worth, TX, ABD) ile fakoemülsifikasyon yapıldı. Kapsüler kese içine akrilik hidrofobik, katlanabilir, tek parça GİL (Eycryl Plus ÖSHFY600; Biotech Vision Care Pvt. Ltd., Ahmedabad, Hindistan) implante edildi. Ameliyatın sonunda ön kamaraya sefuroksim aksetil (1 mg/0,1 mL; Aprokam; Thea Pharma, Clermont-Ferrand, Fransa) enjeksiyonu yapıldı. Ameliyattan sonra, hastalar postoperatif ilk ay boyunca günde 4 kez %0,5 moksifloksasin göz damlası (Vigamox; Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, ABD) ve %1 prednizolon asetat oftalmik süspansiyon (Pred Forte; AbbVie Biopharma, North Chicago, ABD) kullandı.

Verilerin Toplanması

Hastanın cinsiyeti, yaşı, glokom tipi ve Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçülen GİB değeri, minimum rezolüsyon açısının logaritması cinsinden DUGK, Scheimpflug görüntüleme ile ölçülen ÖS parametreleri (Sirius topografi; Schwind eye-tech-solutions, Kleinostheim, Almanya), AU, GİL gücü (D) ve beklenen refraksiyondan oluşan preoperatif verileri kaydedildi. AU ve GİL gücü parsiyel koherans interferometri (GİL Master 500; Carl Zeiss Meditec, Jena, Almanya) kullanılarak hesaplandı. İmplantasyon için GİL gücü, A sabiti 118,4 alınarak, SRK/T formülü kullanılarak hesaplandı.

Sirius topografi, otomatik bırakma modunda tarama başına 25 görüntü ile standart loş ışıklı bir odada pupil dilatasyonu olmadan yapıldı. Akomodasyonu önlemek için hastadan uzaktaki duvara fikse olması istendi. Yalnızca ölçüm kalitesi "Tamam" olan Scheimpflug kamera ölçümleri dışı aktarıldı. ÖKD, santral kornea endotelinden lensin ön kutbuna olan mesafe olarak ölçüldü. Ön kamara hacmi (ÖKH), ÖKD, ön kamara açısı (ÖKA) ve santral kornea kalınlığı (SKK) Sirius cihazı ile otomatik olarak ölçüldü. Düz ve dik K'de Sirius tarafından ölçüldü ve ortalama K hesaplandı. Lens kalınlığı (LK), kristal lensin ön ve arka yüzeyleri arasındaki mesafe olarak ölçüldü. İstatistiksel analizlerde üç değerin ortalaması kullanıldı.

Refraksiyon ölçümleri otomatik refraktometre kullanılarak elde edildi, ardından 6 metreden en iyi düzeltilmiş görme keskinliğini veren manifest refraksiyon kaydedildi. Manifest refraksiyon, sferik eşdeğerlere (SE=sferik güç +½ silindirik güç) dönüştürüldükten sonra istatistiksel analiz için kullanıldı. RS, ameliyat sonrası SE'den beklenen refraksiyon çıkarılarak hesaplandı. Ortalama mutlak sapma (OMS), postoperatif SE ile öngörülen refraksiyon arasındaki mutlak sapma olarak tanımlandı. RS değeri $\pm 1,0$ D'den büyük, $\pm 0,75$ D'den büyük ve $\pm 0,50$ D'den büyük olan gözlerin yüzdeleri hesaplandı.

K, ÖKD ve AU ölçümleri, çevrimiçi Barrett-Universal II (https://calc.apacrs.org/barrett_universal2105/, 28 Şubat 2021'de erişildi), Hill-RBF (Hill-RBF hesap makinesi sürüm 3.0. <https://rbfcalculator.com/>, 4 Eylül 2020'de erişildi) ve Kane hesap makinesine (<https://www.iolformula.com/>, 16 Şubat 2020'de erişildi) bir araştırmacı tarafından manuel olarak girildi (H.T.) ve başka bir araştırmacı (S.İ.) tarafından kontrol edildi. Barrett-Universal II için lens faktörü 1,57 idi. Hill-RBF ve Kane için A-sabitleri sırasıyla 118,3 ve 118,5 idi. İmplant edilen GİL gücüne göre Hill-RBF, Barrett II ve Kane formüllerinde öngörülen refraksiyonlar online hesap makinelerinden kaydedildi.

Ameliyattan sonra 3. ayda ölçülen DUGK, GİB, AU, ÖKD, ÖKV, ÖKA, SKK ve K ölçümleri postoperatif sonuçlar olarak kaydedildi. Preoperatif değerden postoperatif değer çıkarılarak GİB, AU, ortalama K ve ÖS parametrelerindeki değişimler ayrıca hesaplandı.

Primer amacımız, dört GİL hesaplama formülünde fako-GYTT'yi takiben refraktif sonuçları karşılaştırmaktır. Sekonder amacımız, preoperatif ve postoperatif faktörlerin refraktif sonuçlar üzerindeki etkisini belirlemektir.

İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler Windows için SPSS (v.20.0, IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak yapıldı. Sürekli değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği

Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlendi. Dört formülün doğruluk düzeylerini karşılaştırmada RS için genel lineer model tekrarlı ölçümler testi (post-hoc Bonferroni düzeltmesi ile) ve OMS için parametrik olmayan Friedman testi (post-hoc Wilcoxon işaretli sıra testi ile) kullanıldı. Dört formül arasında belirli bir RS aralığındaki gözlerin yüzdesini karşılaştırmak için Cochran Q testi (post-hoc McNemar testi ile) yapıldı. Preoperatif ve postoperatif ölçümler eşleştirilmiş t-testi ve Wilcoxon testi kullanılarak analiz edildi. 360 derece GYTT ve 180 ila 270 derece GYTT alt grupları arasındaki parametrelerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi ve Mann-Whitney U testi kullanıldı. Ameliyat öncesi ve sonrası parametreler ile RS arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson ve Spearman korelasyon analizleri yapıldı. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart deviasyon ve kategorik değişkenler yüzde (%) olarak verildi. İstatistiksel açıdan p değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya yaş ortalaması $69,26 \pm 5,96$ yıl olan 53 hastanın 53 gözü dahil edildi. Hastaların 23'ü (%43,4) erkek, 30'u (%56,6) kadındı. Gözlerin 39'unda (%73,6) PEG ve 14'ünde (%26,4) PAAG mevcuttu.

Fako-GYTT öncesi ve sonrası oküler özellikler ile ÖS ölçümlerinin karşılaştırılması [Tablo 1](#)'de verilmiştir. Ameliyat sonrası görme keskinliğinde iyileşme ve GİB'de azalma istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0,001$). AU'da istatistiksel anlamlı azalma ($p < 0,001$), ÖKD, ÖKA, ÖKH ($p < 0,001$) ve SKK'de ($p = 0,02$) anlamlı artış görüldü.

Ortalama GİL gücü $20,27 \pm 3,53$ D idi. Ameliyat sonrası ortalama sferik güç, silindirik güç ve SE sırasıyla; $0,25 \pm 0,58$ D, $-0,90 \pm 0,45$ D ve $-0,68 \pm 0,53$ D idi. Dört GİL formülü arasında RS, OMS ve $-0,50$ D'den düşük miyopik RS yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar vardı ($p < 0,05$). RS için

Tablo 1. GYTT ile kombine katarakt cerrahisi öncesi ve sonrası oküler özelliklerin ve ön segment ölçümlerinin karşılaştırılması

Parametre ortalama $\pm$ SD (aralık)	Preoperatif	Postoperatif	Ortalama değişim	p değeri
DUGK (logMAR)	$0,80 \pm 0,63$ (0,30-3,10)	$0,09 \pm 0,11$ (0,0-0,40)	$-0,71 \pm 0,60$ (-3,10--0,08)	$< 0,001^*$
GİB (mmHg)	$21,09 \pm 5,79$ (11,0-40,0)	$14,16 \pm 3,38$ (8,0-21,0)	$-6,92 \pm 6,18$ (-29,0-1,0)	$< 0,001^*$
Düz K (D)	$43,37 \pm 1,50$ (40,41-46,53)	$43,30 \pm 1,60$ (40,07-47,25)	$-0,07 \pm 0,50$ (-0,96-1,31)	0,09
Dik K (D)	$44,19 \pm 1,42$ (41,65-47,32)	$44,13 \pm 1,51$ (41,33-48,25)	$-0,05 \pm 0,48$ (-0,89-1,51)	0,42
Ortalama K (D)	$43,78 \pm 1,44$ (41,11-46,93)	$43,72 \pm 1,54$ (40,75-47,75)	$-0,06 \pm 0,44$ (-0,82-1,41)	0,05
Kornea astigmatizması (D)	$0,81 \pm 0,49$ (0,05-1,94)	$0,83 \pm 0,42$ (0,05-1,68)	$0,02 \pm 0,42$ (-1,22-1,10)	0,71
AU (mm)	$23,80 \pm 1,32$ (22,02-28,07)	$23,60 \pm 1,32$ (21,70-27,85)	$-0,19 \pm 0,12$ (-0,43-0,37)	$< 0,001^*$
ÖKD (mm)	$2,70 \pm 0,37$ (1,92-3,44)	$3,54 \pm 0,37$ (2,15-4,51)	$0,83 \pm 0,39$ (0,13-1,89)	$< 0,001^*$
ÖKH (mm ³)	$136,1 \pm 26,41$ (86,0-210,0)	$176,5 \pm 23,35$ (121,0-221,0)	$40,35 \pm 19,43$ (9,0-88,0)	$< 0,001^*$
ÖKA (°)	$40,79 \pm 6,91$ (29,0-53,0)	$53,52 \pm 5,45$ (38,0-65,0)	$12,73 \pm 5,69$ (4,0-28,0)	$< 0,001^*$
SKK (µm)	$531,4 \pm 34,15$ (450,0-590,0)	$536,3 \pm 39,88$ (455,0-624,0)	$4,94 \pm 15,10$ (-18,0-68,0)	0,02*
LK (mm)	$1,48 \pm 0,46$ (0,50-2,22)			

* $p < 0,05$. GYTT: Gonyoskopi yardımlı translüminal trabekülotomi, SD: Standart deviasyon, logMAR: Minimum rezolüsyon açısının logaritması, DUGK: Düzeltilmiş uzak görme keskinliği, GİB: Göz içi basıncı, K: Keratometri, D: Diyoptri, AU: Aksiyel uzunluk, ÖKD: Ön kamara derinliği, ÖKH: Ön kamara hacmi, ÖKA: Ön kamara açısı, SKK: Santral kornea kalınlığı, LK: Lens kalınlığı

yapılan post-hoc analizde SRK/T ile Barrett ve Hill-RBF formülleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). OMS için ikili karşılaştırmalarda Kane ve SRK/T, Kane ve Barrett ile Hill-RBF ve Barrett arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,008$). Miyopik sürpriz sıklığı için tek istatistiksel anlamlı fark SRK/T ile Kane arasında izlendi ($p<0,008$) (Tablo 2).

Üç yüz altmış derece GYTT'li gözler ile 180 ila 270 derece GYTT'li gözler arasında preoperatif ve postoperatif DUGK, GİB, AU ve ÖS parametrelerinin karşılaştırmaları Tablo 3'te sunulmuştur. Gruplar arasındaki tek istatistiksel anlamlı fark preoperatif DUGK'de izlendi ($p=0,01$) ve bu fark ameliyattan sonra anlamsız hale geldi ($p=0,80$). İki alt grup arasında OMS veya RS açısından incelenen formüllerden herhangi biri ile istatistiksel anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4).

SRK/T'de RS için yapılan korelasyon analizinde preoperatif AU ile istatistiksel anlamlı negatif korelasyon ($p=0,04$), postoperatif ÖKD ($p=0,04$) ve postoperatif ÖKA ($p=0,008$) ile anlamlı pozitif korelasyon saptandı (Şekil 1). Barrett-Universal II'de RS için sadece preoperatif AU ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardı ($p=0,03$) (Şekil 2). Hill-RBF'de RS için preoperatif AU ile istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon ($p=0,04$), postoperatif ÖKA ile anlamlı pozitif korelasyon vardı ($p=0,01$) (Şekil 3). Kane formülü ile elde edilen sonuçlarda RS ile postoperatif ÖKD ($p=0,02$) ve postoperatif ÖKA ($p=0,005$) arasında pozitif anlamlı ilişki saptandı (Şekil 4). RS, dört GİL formülünün hiçbirinde yaş, DUGK, LK, ÖKH, SKK veya keratometrik değerlerle anlamlı ilişki göstermedi. Ayrıca herhangi bir formülde RS ile preoperatif GİB, postoperatif GİB ve GİB'de azalma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktu ($p>0,05$).

Tartışma

Yakın zamanda kombine katarakt cerrahisi ve trabekülektominin ÖS konfigürasyonunda ve AU'da değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir.^{19,20} Yeni açılı tabanlı işlemler, GİB'de trabekülektomiden daha az dramatik bir azalma sağlasalar bile, kombine katarakt cerrahisi ve MİGC'yi takiben ÖS'de anlamlı değişiklikler olduğu bildirilmiştir.^{21,22,23,24} GİB ve ÖS'deki değişiklikler kombine cerrahiyi takiben refraktif bulgulara beklenmedik sonuçlara neden olabilir, bu nedenle seçilen GİL hesaplama formülü bu durumda daha kritik hale gelebilir. Bildiğimiz kadarıyla çalışmamız fako-GYTT sonrası farklı GİL formülleriyle elde edilen refraktif sonuçlar ve ÖS parametrelerindeki değişimleri ilk analizi eden çalışmadır.

Çalışmamızda kombine cerrahi sonrası AU'da anlamlı azalma, ÖKD, ÖKH ve SKK'de ise anlamlı artış saptandı. GİL gücü hesaplamasında Kane formülünün öngörülebilirliği SRK/T ve Barrett-Universal II'den daha yüksekti. Hill-RBF'nin refraktif sonuçları Kane formülü ile benzer düzeydeydi. ÖS parametreleri ve refraktif sonuçlar 360 derece GYTT ile 180 ila 270 derece GYTT arasında farklılık göstermedi.

Katarakt cerrahisi ile kombine MİGC'de RS sonuçlarını tartışan yayımlanmış tüm çalışmalarda geleneksel GİL formülleri kullanılmıştır.^{11,12,13,14,25} Luecke ve ark.¹¹ kombine katarakt ve trabektomi geçiren hastalarda ortalama RS'nin 0,53 D olduğunu bildirmiştir. Sieck ve ark.'nın¹³ çalışmasında fakoemülsifikasyonla kombine Kahook Çift Bıçak gonyotomi yapılan 76 gözün 20'sinde (%26,3) refraksiyon kusuru ortaya çıkmıştır. Bu grupta 15 olguda refraktif sürpriz hedeflenen değerden $\pm 0,50$ ila $\pm 1,00$ D farklıydı. Scott ve ark.¹⁴ kombine trabeküler mikro bypass stent ve katarakt cerrahisi grubunda 76 gözün %95'inin $\pm 1,0$ D ve %80'inin $\pm 0,50$ D arasında olduğunu bildirmiştir. Ioannidis ve ark.²⁵ katarakt cerrahisi ile kombine

Tablo 2. GYTT ile kombine katarakt cerrahisi sonrası dört göz içi lens hesaplama formülü ile elde edilen refraksiyon sonuçları

Parametre ortalama $\pm$ SD	SRK/T	Barrett Universal II	Hill-RBF	Kane	p değeri
RS (D)	-0,076 $\pm$ 0,45	0,011 $\pm$ 0,43	0,010 $\pm$ 0,41	0,001 $\pm$ 0,39	0,004*
OMS (D)	0,38 $\pm$ 0,32	0,36 $\pm$ 0,30	0,32 $\pm$ 0,28	0,30 $\pm$ 0,28	<0,001*
RS > $\pm 0,50$ D (n, %)	18 (34)	16 (30,2)	14 (26,4)	11 (20,8)	0,07
Miyopik RS < -0,50 D	13 (24,5)	8 (15,1)	6 (11,3)	4 (7,5)	<0,001*
Hiperopik RS > 0,50 D	5 (9,4)	8 (15,1)	8 (15,1)	7 (13,2)	0,26
RS > $\pm 0,75$ (n, %)	5 (9,4)	4 (7,5)	3 (5,7)	3 (5,7)	0,46
RS > $\pm 1,00$ (n, %)	0	0	0	0	-
İkili karşılaştırmalar		RS ^a	OMS ^b	Miyopik RS < -0,50 D ^c	
SRK/T ile Barrett Universal II		0,01*	0,58	0,06	
SRK/T ile Hill-RBF		0,03*	0,01	0,01	
SRK/T ile Kane		0,08	<0,001*	0,004*	
Barrett Universal II ile Hill-RBF		>0,99	0,004*	0,50	
Barrett Universal II ile Kane		>0,99	<0,001*	0,12	
Hill-RBF ile Kane		>0,99	0,02	0,50	

* $p<0,05$. ^aBonferroni düzeltmesi ile post-hoc analizi (* $p<0,05$), ^bWilcoxon işaretli sıra testi ile post-hoc analizi (* $p<0,008$), ^cMcNemar testi ile post-hoc analizi (* $p<0,008$). GYTT: Gonyoskopi yardımlı transilüminal trabekülotomi, SD: Standart deviasyon, RS: Refraktif sapma, OMS: Ortalama mutlak sapma, D: Diyoptri, SRK/T: Sanders-Retzlaff-Kraft/teorik, Hill-RBF: Hill-radyal tabanlı fonksiyon

Tablo 3. 360 derece GYTT ile 180 ila 270 derece GYTT'nin karşılaştırılması

Parametre ortalama $\pm$ SD	360 derece GYTT (n=33)	180-270 derece GYTT (n=20)	p değeri
DUGK (logMAR)			
Preoperatif	0,69 $\pm$ 0,57	0,99 $\pm$ 0,68	0,01*
Postoperatif	0,10 $\pm$ 0,13	0,08 $\pm$ 0,10	0,80
Ortalama değişim	-0,58 $\pm$ 0,54	-0,91 $\pm$ 0,65	0,008*
GİB (mmHg)			
Preoperatif	21,15 $\pm$ 6,22	21,00 $\pm$ 5,17	0,93
Postoperatif	14,06 $\pm$ 3,40	14,35 $\pm$ 3,42	0,76
Ortalama değişim	-7,09 $\pm$ 6,57	-6,65 $\pm$ 5,65	>0,99
Ortalama K (D)			
Preoperatif	43,89 $\pm$ 1,56	43,60 $\pm$ 1,25	0,48
Postoperatif	43,75 $\pm$ 1,64	43,65 $\pm$ 1,41	0,91
Ortalama değişim	-0,13 $\pm$ 0,41	0,05 $\pm$ 0,49	0,34
Kornea astigmatizması (D)			
Preoperatif	0,78 $\pm$ 0,44	0,86 $\pm$ 0,56	0,59
Postoperatif	0,85 $\pm$ 0,41	0,80 $\pm$ 0,44	0,67
Ortalama değişim	0,06 $\pm$ 0,33	-0,05 $\pm$ 0,54	0,29
AU (mm)			
Preoperatif	23,88 $\pm$ 1,46	23,66 $\pm$ 1,08	0,77
Postoperatif	23,69 $\pm$ 1,46	23,45 $\pm$ 1,05	0,65
Ortalama değişim	-0,19 $\pm$ 0,12	-0,20 $\pm$ 0,12	0,89
ÖKD (mm)			
Preoperatif	2,74 $\pm$ 0,40	2,64 $\pm$ 0,32	0,25
Postoperatif	3,54 $\pm$ 0,37	3,53 $\pm$ 0,37	0,93
Ortalama değişim	0,80 $\pm$ 0,39	0,89 $\pm$ 0,39	0,46
ÖKH (mm³)			
Preoperatif	138,54 $\pm$ 29,17	132,15 $\pm$ 21,21	0,39
Postoperatif	177,78 $\pm$ 23,87	174,35 $\pm$ 22,91	0,60
Ortalama değişim	39,24 $\pm$ 21,25	42,20 $\pm$ 16,32	0,59
ÖKA (°)			
Preoperatif	40,93 $\pm$ 6,76	40,55 $\pm$ 7,31	0,84
Postoperatif	53,33 $\pm$ 5,39	53,85 $\pm$ 5,66	0,74
Ortalama değişim	12,39 $\pm$ 6,20	13,30 $\pm$ 4,82	0,39
SKK (µm)			
Preoperatif	533,21 $\pm$ 32,13	528,40 $\pm$ 37,92	0,62
Postoperatif	537,12 $\pm$ 34,93	529,70 $\pm$ 40,13	0,48
Ortalama değişim	3,90 $\pm$ 10,38	1,30 $\pm$ 8,64	0,60
LK (mm)			
Ortalama değişim	1,49 $\pm$ 0,50	1,47 $\pm$ 0,39	0,85

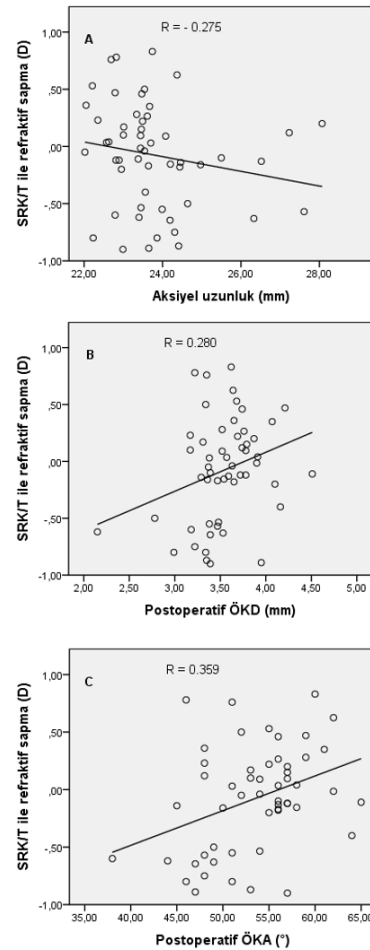
*p<0,05. GYTT: Gonyoskopi yardımlı translüminal trabekülotomi, SD: Standart deviasyon, DUGK: Düzeltilmiş uzak görme keskinliği, logMAR: Minimum rezolüsyon açısının logaritması, GİB: Göz içi basıncı, K: Keratometri, D: Diyoptri, AU: Aksiyel uzunluk, ÖKD: Ön kamara derinliği, ÖKH: Ön kamara hacmi, ÖKA: Ön kamara açısı, SKK: Santral kornea kalınlığı, LK: Lens kalınlığı

trabeküler mikro bypass stent sonrası OMS'nin 0,36 $\pm$ 0,25 D olduğunu, 89 gözün %73,9'unun hedeflenen refraksiyondan 0,50 D ve %98,9'unun ise 1,00 D'den az farklı bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda SRK/T, Barrett II, Hill-RBF ve Kane formüllerinde olguların sırasıyla %34, %30, %26 ve %21'inde RS'nin $\pm$ 0,50 D'den büyük olduğu gösterilmiştir. Değerlendirilen GİL formüllerinin hiçbirinde $\pm$ 1,0 D'den büyük refraksiyon kusuru gelişmedi.

Tablo 4. 360 derece GYTT ve 180 ila 270 derece GYTT'nin refraksiyon sonuçları

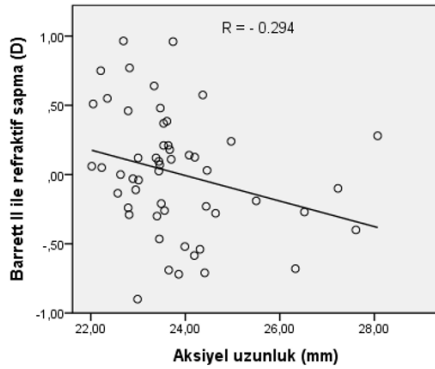
Parametre (ortalama $\pm$ SD)	360 derece GYTT (n=33)	180-270 derece GYTT (n=20)	p değeri
RS (D)			
SRK/T	-0,06 $\pm$ 0,45	-0,09 $\pm$ 0,47	0,84
Barrett Universal II	0,03 $\pm$ 0,43	-0,02 $\pm$ 0,45	0,67
Hill-RBF	0,01 $\pm$ 0,38	0,00 $\pm$ 0,47	0,96
Kane	0,01 $\pm$ 0,34	-0,01 $\pm$ 0,48	0,83
OMS (D)			
SRK/T	0,38 $\pm$ 0,24	0,38 $\pm$ 0,42	0,23
Barrett Universal II	0,35 $\pm$ 0,23	0,36 $\pm$ 0,39	0,39
Hill-RBF	0,31 $\pm$ 0,20	0,34 $\pm$ 0,39	0,37
Kane	0,27 $\pm$ 0,19	0,34 $\pm$ 0,38	0,70

GYTT: Gonyoskopi yardımlı translüminal trabekülotomi, SD: Standart deviasyon, RS: Refraktif sapma, D: Diyoptri, SRK/T: Sanders-Retzlaff-Kraft/teorik, Hill-RBF: Hill-radyal tabanlı fonksiyon, OMS: Ortalama mutlak sapma

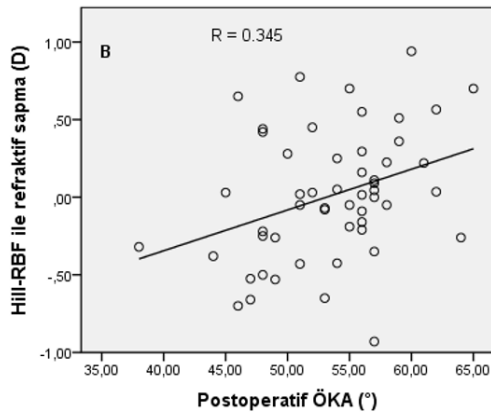
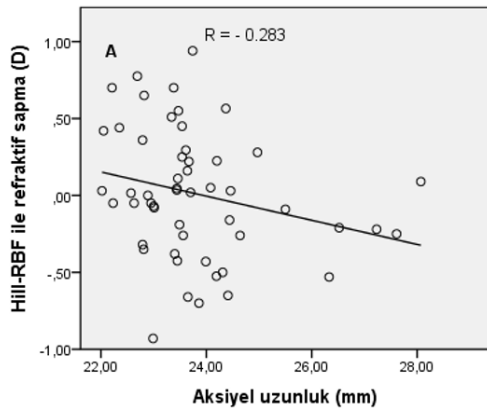


Şekil 1. SRK/T formülü ile elde edilen ortalama refraktif sapmanın preoperatif aksiyel uzunluk (A), postoperatif ön kamara derinliği (ÖKD) (B) ve postoperatif ön kamara açısı (ÖKA) (C) ile dağılım grafiği

SRK/T: Sanders-Retzlaff-Kraft/teorik, D: Diyoptri

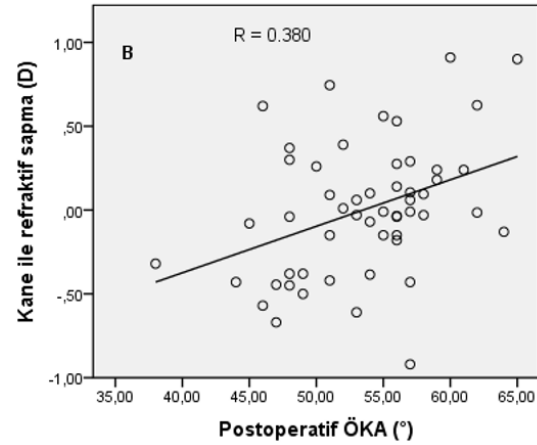
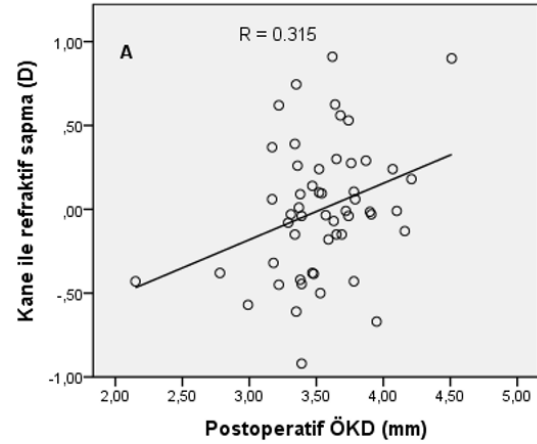


Şekil 2. Barrett Universal II formülü ile elde edilen ortalama refraktif sapmanın preoperatif aksiyel uzunluk ile dağılım grafiği
D: Diyoptri



Şekil 3. Hill-RBF formülü ile elde edilen ortalama refraktif sapmanın preoperatif aksiyel uzunluk (A) ve postoperatif ön kamara açısı (ÖKA) (B) ile dağılım grafiği
Hill-RBF: Hill-radyal tabanlı fonksiyon, D: Diyoptri

Birkaç çalışmada, kombine katarakt ve glokom cerrahisinde farklı GİL formülleri ile elde edilen refraktif sonuçlar değerlendirilmiştir.^{26,27,28} Iijima ve ark.²⁶ kombine trabekülektomi ve katarakt ekstraksiyonu sonrası 56 gözde SRK/T ve Barrett-Universal II formüllerini kullanarak GİL gücü hesaplamasının doğruluğunu karşılaştırmış ve Barrett ile mutlak sapmanın daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Marta ve ark.²⁷ kombine katarakt



Şekil 4. Kane formülü ile elde edilen ortalama refraktif sapmanın postoperatif ön kamara derinliği (ÖKD) (A) ve postoperatif ön kamara açısı (ÖKA) (B) ile dağılım grafiği
D: Diyoptri

cerrahisi ve Ahmed glokom valvi implantasyonunda Haigis, SRK/T, Holladay 1, Hoffer Q, Barrett-Universal II, Hill-RBF ve Kane formüllerindeki RS'leri analiz etmişlerdir. Ön kamara implantı olan gözlerde en iyi RS'ye sahip formülün Barrett II olduğunu bildirmişlerdir. Li ve ark.²⁸ fakoemülsifikasyon ve gonyosineziyoliz yapılan primer aç kapanması glokomlu (PAKG) 111 gözde SRK/T, Hoffer Q, Barrett II ve Kane formüllerinin doğruluğunu değerlendirmiştir. Kane (-0,06 D) ve Barrett II (-0,07 D) formülleri sıfıra yakın ortalama RS'ye sahipken, Hoffer Q (-0,26 D) ve SRK/T (-0,21 D) ile anlamlı miyopik sonuçlar elde edilmiştir.²⁸ SRK/T, çalışmamızdaki dört formül arasında anlamlı düzeyde fazla miyopik sonuç vermesine rağmen, Li ve ark.²⁸ tarafından yapılan çalışmaya göre ortalama RS (-0,08 D) sıfıra yakındı. Bu farklılığın önceki çalışmaya PAKG gözlerin dahil edilmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Literatürdeki en büyük veritabanını kullanan ve son formüllerin refraktif sonuçlarını bildiren önceki iki çalışmada, Kane formülünün diğer geleneksel ve daha yeni formüllere kıyasla en doğru sonucu verdiği bildirilmiştir.^{29,30} Kane formülü, GİL gücünü hesaplamak için teorik optiği yapay zeka ile

birleştiren yeni bir formüldür.³¹ Bu çalışmalarla uyumlu olarak Kane formülü ile ortalama RS ve OMS'de sifıra en yakın sonuçları elde ettik. GİL gücünü gerçek cerrahi sonrası elde edilen refraktif sonuçları içeren büyük bir veritabanının regresyon analizi ve yapay zeka kullanarak hesaplayan Hill-RBF formülü ile en iyi ikinci sonuçlar elde edildi.³²

Kombine katarakt cerrahisi ve MİGS'de ÖS değişikliklerini değerlendiren sadece üç çalışma mevcuttur.^{22,23,24} Shao ve ark.²² yaptıkları çalışmada PAKG'li 20 gözde fako-gonyosineziyoliz sonrası ÖKA'nın anlamlı düzeyde genişlediğini bildirmişlerdir. Moghimi ve ark.,²³ PAKG'li 45 gözde fako-viskogonyoplasti sonrası ÖS optik koherens tomografi (ÖS-OKT) ile gonyoskopik ölçümlerde iyileşme olduğunu belirtmişlerdir. Akil ve ark.²⁴ 20 AAG'li gözde kombine trabektomi ve katarakt cerrahisini takiben ÖS-OKT ile ÖS parametrelerini araştırmış ve ÖKD'de ortalama $0,5 \pm 0,11$ mm, ÖKH'de ortalama $26,65 \pm 8,8$ mm³ ve trabeküler iris açısında ortalama $7,8 \pm 1,58^\circ$ artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ÖKD, ÖKH ve ÖKA'da sırasıyla ortalama $0,83 \pm 0,39$ mm, $40,35 \pm 19,43$ mm³ ve $12,73 \pm 5,69^\circ$ artış izlendi.

Postoperatif ÖKD'nin postoperatif RS için potansiyel bir faktör olduğu gösterilmiştir.³³ GİB değişimi, sıg ÖKD, ameliyat öncesi görme keskinliğinin daha kötü ve GİB'in daha yüksek olmasının kombine katarakt ve glokom cerrahisi sonrası refraksiyon kusuru için risk faktörleri olduğu bildirilmiştir.^{8,10,13} Çalışmamızda SRK/T ve Kane formüllerinde postoperatif ÖKD ve ÖKA ile ortalama RS arasında anlamlı korelasyon saptandı. Hill-RBF'de postoperatif ÖKA, RS ile anlamlı olarak ilişkili bulunan tek ÖS parametresiydi. Preoperatif AU, Kane dışında tüm formüllerde sapma ile korelasyon gösterdi. Fako-GYTT yapılan gözlerde bile Kane formülünün AU'ya duyarlı olmadığı düşünülmektedir. Bu, Kane formülünün geleneksel ve yeni nesil GİL formüllerine kıyasla tek başına katarakt cerrahisinde tüm AU aralıkları için en doğru GİL hesaplama formülü olduğunu bildiren önceki çalışmalarla tutarlıdır.^{34,35}

Çalışmamızın güçlü yönleri, tek bir deneyimli cerrah tarafından implante edilen tek bir GİL modelinin kullanılmış olması ve güvenilir refraksiyonun sağlanabilmesi için postoperatif DUGK $\leq 20/400$ ve kornea astigmatizması $\geq 2,0$ D olan gözlerin çalışmaya dahil edilmemiş olmasıdır. Geleneksel (SRK/T) ve daha yeni nesil GİL hesaplama formüllerinin (Barrett-Universal II, Hill-RBF ve Kane) sonuçları bildirilmiştir. Son olarak, bu çalışma fako-GYTT cerrahisi sonrası ÖS parametrelerindeki değişiklikleri ve bunların refraktif sonuçlara etkisini bildiren yeni bir çalışmadır.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamız retrospektif olarak yapıldı. Sadece katarakt cerrahisi geçirmiş olan bir kontrol grubumuz yoktu, bu nedenle GYTT'nin kendisinin refraktif doğruluk ve ÖS konfigürasyonuna etkisi hala bilinmemektedir. Katarakt dansitesinin refraktif sonuçlara etkisini analiz edemedik ancak LK kaydedildi ve LK ile refraktif sonuçlar arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Ameliyat sonrası ortalama SKK, başlangıca göre anlamlı olarak daha yüksekti. Bu, cerrahi süre ve kümülatif yayılan enerji

gibi cerrahi parametrelere bağlı olabilir. Ancak çalışmanın retrospektif olması nedeniyle bu parametreleri kaydedemedik. Postoperatif K değerleri ve kornea astigmatizması preoperatif değerlerden farklı olmadığı için SKK'daki değişimin refraktif sonuçlarımızı etkilemediğini düşünüyoruz. Çalışmamızda ÖS parametrelerinin analizinde Scheimpflug kamera kullanılmıştır. ÖS-OKT gibi farklı cihazlarla farklı ilişkiler bulunabilir. Glokom alt tipi ÖS konfigürasyonu ve refraksiyon üzerinde bir miktar etkiye sahip olabilir, ancak örneklem büyüklüğümüz alt grup analizi için yeterli değildi. Daha fazla sayıda hasta ile yapılacak prospektif bir çalışma PAAG ve PEG arasındaki farkın belirlenmesine yardımcı olabilir.

Sonuç

Sonuçlarımız fako-GYTT yapılan gözlerde Kane formülünün GİL gücünü hesaplamada SRK/T ve Barrett-Universal II'den daha yüksek öngörülebilirlik sağlayabileceği görüşünü desteklemektedir. Hill-RBF 3,0'ın doğruluğu, Kane formülünün doğruluğu ile benzer düzeydeydi. AU'nun RS ile anlamlı korelasyon göstermediği tek hesaplama yöntemi Kane formülüydü. Postoperatif genişlemiş ÖKD ve ÖKA daha hipermetropik RS ile ilişkili bulundu. Bu bilgiler, ÖS ve AU'da beklenmedik değişikliklere neden olabilecek kombine katarakt ve GYTT cerrahisini planlarken en doğru GİL formülünü seçmek için klinik açıdan yararlı olabilir.

Teşekkür

Biyoistatistik uzmanı Eralp Doğu'ya (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye) istatistiksel analizdeki yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

Etik

Etik Kurul Onayı: Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yerel Etik Kurulu'ndan onayı alındı (karar no: HNEAH-KAK-KK-2022-210, tarih: 07.11.2022).

Hasta Onayı: Retrospektif çalışma.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu ve editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: S.İ., H.T., Konsept: H.T., S.İ., Dizayn: H.T., M.S.M., Veri Toplama veya İşleme: H.T., S.İ., M.S.M., Analiz veya Yorumlama: H.T., M.S.M., Literatür Arama: H.T., S.İ., Yazan: H.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Casson RJ, Salmon JE. Combined surgery in the treatment of patients with cataract and primary open-angle glaucoma. J Cataract Refract Surg. 2001;27:1854-1863.
2. Augustinus CJ, Zeyen T. The effect of phacoemulsification and combined phaco/glaucoma procedures on the intraocular pressure in open-angle glaucoma. A review of the literature. Bull Soc Belge Ophthalmol. 2012;320:51-66.

3. Savini G, Taroni L, Hoffer KJ. Recent developments in intraocular lens power calculation methods-update 2020. *Ann Transl Med.* 2020;8:1553.
4. Kugelberg M, Lundström M. Factors related to the degree of success in achieving target refraction in cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:1935-1939.
5. Tekcan H, Mangan MS, Imamoglu S, Alpogan O. Refractive Outcomes of Uneventful Cataract Surgery in Pseudoexfoliation Syndrome and Pseudoexfoliation Glaucoma. *Korean J Ophthalmol.* 2022;36:226-235.
6. Bae HW, Lee YH, Kim do W, Lee T, Hong S, Seong GJ, Kim CY. Effect of trabeculectomy on the accuracy of intraocular lens calculations in patients with open-angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol.* 2016;44:465-471.
7. Chan JC, Lai JS, Tham CC. Comparison of postoperative refractive outcome in phacotrabeculectomy and phacoemulsification with posterior chamber intraocular lens implantation. *J Glaucoma.* 2006;15:26-29.
8. Ong C, Nongpiur M, Peter L, Perera SA. Combined Approach to Phacoemulsification and Trabeculectomy Results in Less Ideal Refractive Outcomes Compared With the Sequential Approach. *J Glaucoma.* 2016;25:873-878.
9. Claridge KG, Galbraith JK, Karmel V, Bates AK. The effect of trabeculectomy on refraction, keratometry and corneal topography. *Eye (Lond).* 1995;9:292-298.
10. Kang YS, Sung MS, Heo H, Ji YS, Park SW. Long-term outcomes of prediction error after combined phacoemulsification and trabeculectomy in glaucoma patients. *BMC Ophthalmol.* 2021;21:60.
11. Luebke J, Boehringer D, Neuburger M, Anton A, Wecker T, Cakir B, Reinhard T, Jordan JF. Refractive and visual outcomes after combined cataract and trabectome surgery: a report on the possible influences of combining cataract and trabectome surgery on refractive and visual outcomes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2015;253:419-423.
12. Manoharan N, Patnaik JL, Bonnell LN, SooHoo JR, Pantcheva MB, Kahook MY, Wagner BD, Lynch AM, Seibold LK. Refractive outcomes of phacoemulsification cataract surgery in glaucoma patients. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44:348-354.
13. Sieck EG, Capitenia Young CE, Epstein RS, SooHoo JR, Pantcheva MB, Patnaik JL, Lynch AM, Kahook MY, Seibold LK. Refractive outcomes among glaucoma patients undergoing phacoemulsification cataract extraction with and without Kahook Dual Blade goniotomy. *Eye Vis (Lond).* 2019;6:28.
14. Scott RA, Ferguson TJ, Stephens JD, Berdahl JP. Refractive outcomes after trabecular microbypass stent with cataract extraction in open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:1331-1340.
15. Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Feuer WJ, Montes de Oca I, Fellman RL. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy, ab interno trabeculectomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology.* 2014;121:855-861.
16. Bozkurt E, Yenihayat F, Olgun A, Yazıcı AT, Şahbaz İ. The efficacy of gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy combined with phacoemulsification. *Int Ophthalmol.* 2021;41:35-43.
17. Sato T, Kawaji T, Hirata A, Mizoguchi T. 360-degree suture trabeculectomy ab interno with phacoemulsification in open-angle glaucoma and coexisting cataract: a pilot study. *BMJ Open Ophthalmol.* 2018;3:e000159.
18. Loayza-Gamboa W, Martel-Ramirez V, Inga-Condezo V, Valderrama-Albino V, Alvarado-Villacorta R, Valera-Cornejo D. Outcomes of Combined Prolene Gonioscopy Assisted Transluminal Trabeculectomy with Phacoemulsification in Open-Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2020;14:3009-3016.
19. Tham CC, Leung DY, Kwong YY, Li FC, Lai JS, Lam DS. Effects of phacoemulsification versus combined phaco-trabeculectomy on drainage angle status in primary angle closure glaucoma (PACG). *J Glaucoma.* 2010;19:119-123.
20. Ghadamzadeh M, Karimi F, Ghasemi Moghaddam S, Daneshvar R. Anterior Chamber Angle Changes in Primary Angle-closure Glaucoma Following Phacoemulsification Versus Phacotrabeculectomy: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Glaucoma.* 2022;31:147-155.
21. Fontana L, De Maria M, Caristia A, Mastrofilippo V, Braglia L, Iannetta D, Scarale GP. Comparison of Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculectomy Versus Trabeculectomy With Mitomycin C in Patients With Open-angle Glaucoma. *J Glaucoma.* 2021;30:101-108.
22. Shao T, Hong J, Xu J, Le Q, Wang J, Qian S. Anterior Chamber Angle Assessment by Anterior-segment Optical Coherence Tomography After Phacoemulsification With or Without Goniosynechialysis in Patients With Primary Angle Closure Glaucoma. *J Glaucoma.* 2015;24:647-655.
23. Moghimi S, Latifi G, ZandVakil N, Mohammadi M, Khatibi N, Soltani-Moghadam R, Lin S. Phacoemulsification Versus Combined Phacoemulsification and Viscogonioplasty in Primary Angle-Closure Glaucoma: A Randomized Clinical Trial. *J Glaucoma.* 2015;24:575-582.
24. Akil H, Huang P, Chopra V, Francis B. Assessment of Anterior Segment Measurements with Swept Source Optical Coherence Tomography before and after Ab Interno Trabeculectomy (Trabectome) Surgery. *J Ophthalmol.* 2016;2016:4861837.
25. Ioannidis AS, Töteberg-Harms M, Hamann T, Hodge C. Refractive Outcomes After Trabecular Micro-Bypass Stents (iStent Inject) with Cataract Extraction in Open-Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2020;14:517-524.
26. Iijima K, Kamiya K, Iida Y, Kasahara M, Shoji N. Predictability of combined cataract surgery and trabeculectomy using Barrett Universal II formula. *PLoS One.* 2022;17:e0270363.
27. Marta A, Coelho J, Vieira R, Figueiredo A, Reis R, Sampaio I, Menéres MJ, Menéres P. Biometric Predictability in Combined Cataract Surgery and Ahmed Glaucoma Valve Implantation Depending on Tube Position. *Clin Ophthalmol.* 2021;15:2037-2045.
28. Li Y, Guo C, Huang C, Jing L, Huang Y, Zhou R, Qiu K, Zhang M. Development and Evaluation of the Prognostic Nomogram to Predict Refractive Error in Patients With Primary Angle-Closure Glaucoma Who Underwent Cataract Surgery Combined With Goniosynechialysis. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:749903.
29. Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WJ. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology.* 2019;126:1334-1335.
30. Darcy K, Gunn D, Tavassoli S, Sparrow J, Kane JX. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10930 eyes from the UK National Health Service. *J Cataract Refract Surg.* 2020;46:2-7.
31. Connell BJ, Kane JX. Comparison of the Kane formula with existing formulas for intraocular lens power selection. *BMJ Open Ophthalmol.* 2019;4:e000251.
32. Kane JX, Van Heerden A, Atik A, Petsoglou C. Accuracy of 3 new methods for intraocular lens power selection. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43:333-339.
33. Muthappan V, Paskowitz D, Kazimierczak A, Jun AS, Ladas J, Kuo IC. Measurement and use of postoperative anterior chamber depth of fellow eye in refractive outcomes. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41:778-784.
34. Kane JX, Chang DE. Intraocular Lens Power Formulas, Biometry, and Intraoperative Aberrometry: A Review. *Ophthalmology.* 2021;128:94-114.
35. Chung J, Bu JJ, Afshari NA. Advancements in intraocular lens power calculation formulas. *Curr Opin Ophthalmol.* 2022;33:35-40.