



Sulkus İmplantasyonunda Haptik Modifikasyonu ile Göz İçi Lensi Uzatma Tekniği

Intraocular Lens Elongation Technique with Haptic Modification for Sulcus Implantation

© Mehmet Baykara*, © Gamze Uçan Gündüz*, © Ayşe Çetin Efe**, © Ceren Yurttaş***

*Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

**Erzurum Hınis Şehit Yavuz Yürekseven Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Erzurum, Türkiye

***Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Öz

Amaç: Haptik modifikasyonu ile göz içi lensinin (GİL) çapının büyütüldüğü tekniği tanımlayarak; bu tekniğin uygulandığı hastaların postoperatif sonuçlarını değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada, Mayıs 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında sulkusa modifiye GİL implantasyonu yapılan hastaların preoperatif ve postoperatif özellikleri değerlendirilmiştir. Tüm gözlerle modifiye edilerek çapı artırılan hidrofobik akrilik optik ve polimetilmetakrilat haptiklere sahip Sensar AR40e lensi implante edilmiştir. Lensi implante etmeden önce, lensin tüm çapını uzatmak için haptikler sırasıyla iki dişsiz pensetle tutularak kıvrılmıştır. Böylelikle, GİL'nin tüm çapı 13,0 mm'den 14,5 mm'ye çıkarılmıştır.

Bulgular: Bu çalışmaya, yetersiz kapsül desteği nedeniyle sulkusa modifiye üç-parçalı GİL implantasyonu yapılan 11 hastanın 11 gözü dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 53,9±12,2 yıldır. Ortalama aksiyel uzunluk 24,13±1,93 mm idi. Dokuz gözde afaki ve iki gözde GİL dislokasyonu nedeniyle sulkus implantasyonu gerekmişti. Lens modifikasyonu ve implantasyonu sırasında hiçbir haptikte kırılma meydana gelmedi. Hastaların preoperatif en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri (EİDGK) 0,88±1,1 logMAR iken postoperatif EİDGK 0,28±0,30 logMAR düzeyindeydi. Ameliyat sonrası 6 aylık takip boyunca hiçbir gözde GİL dislokasyonu ya da desantralizasyonu gözlenmedi.

Sonuç: Bu maliyetsiz ve kolay uygulanabilir teknik ile elde edilen daha büyük çaplı GİL'ler, yetersiz kapsül desteği olan gözlerde daha stabil bir sulkus implantasyonuna olanak sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Afaki, göziçi lensi implantasyonu, lens dislokasyonu, siliyer sulkus

Abstract

Objectives: To define a haptic modification technique to increase the overall length of the intraocular lens (IOL) and evaluate the postoperative outcomes of patients in whom this technique was applied.

Materials and Methods: The preoperative and postoperative characteristics of patients who underwent modified IOL implantation into the sulcus between May 2019 and December 2019 were evaluated. Modified Sensar AR40e lenses with hydrophobic acrylic optic and polymethylmethacrylate haptics were implanted to all eyes. Before implanting the IOL, the haptics were grasped with two toothless forceps and bent to elongate the total diameter of the IOL from 13.0 mm to 14.5 mm.

Results: The study included 11 eyes of 11 patients who underwent modified three-piece IOL implantation into the sulcus due to insufficient capsular support. The mean age of the patients was 53.9±12.2 years. The mean axial length was 24.13±1.93 mm. Sulcus implantation was required due to aphakia in 9 eyes and IOL dislocation in 2 eyes. No haptic breakage occurred during the IOL modification technique or implantation. The mean preoperative best corrected visual acuity (BCVA) was 0.88±1.1 logMAR, while postoperative BCVA was 0.28±0.30 logMAR. No IOL dislocation or decentration was observed during 6-month postoperative follow-up.

Conclusion: The larger diameter lenses obtained with this inexpensive and easily applicable technique may allow a more stable sulcus implantation in eyes with inadequate capsular support.

Keywords: Aphakia, intraocular lens implantation, lens dislocation, ciliary sulcus

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Gamze Uçan Gündüz, Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

E-posta: gamzeucan@gmail.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0002-5458-1686

Geliş Tarihi/Received: 06.02.2021 **Kabul Tarihi/Accepted:** 22.09.2021

Cite this article as: Baykara M, Uçan Gündüz G, Çetin Efe A, Yurttaş C. Intraocular Lens Elongation Technique with Haptic Modification for Sulcus Implantation. Turk J Ophthalmol 2022;52:223-227

©Telif Hakkı 2022 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Giriş

Siliyer sulkus implantasyonu, kapsüller kese hasarı olan afakik gözlerde cerrahi seçeneklerden biridir. Zonüler ayrılma ve yeterli ön kapsül desteği olan arka kapsül rüptürü, siliyer sulkus implantasyonunun sık rastlanan endikasyonlarıdır. Ancak ön kapsül desteğinin olmadığı durumlarda sulkus implantasyonunun kontrendike olduğu bilinmektedir. Bu gibi olgularda gözün özelliklerine göre ön kamaraya göz içi lens (GİL) implantasyonu, iris fiksasyonu veya skleral fiksasyon tercih edilebilir.^{1,2}

Kapsül içi implantasyon için üretilen tek parça akrilik GİL'ler, sulkus implantasyonu için iyi bir seçenek değildir. Toplam uzunlukları siliyer sulkus için küçüktür ve optiklerinde arka angüstasyon yoktur. Bu yapısal özellikler GİL dislokasyonu ve pupiller yakalanma riskini artırmaktadır.³ Ayrıca sürekli iris sürtünmesi sekonder pigment dispersiyonuna, göz içi basıncında geçici bir artışa, sekonder pigmenter glokoma, intraoküler hemorajiye, iris transillüminasyon defektlerine, tekrarlayan iridosiklite ve üveit-glokom-hifema sendromuna neden olabilir.^{4,5} Ayrıca bu komplikasyonlar bazen GİL değişimi ve glokom cerrahisi gibi cerrahi müdahaleleri gerektirmektedir.

Stabil bir pozisyon sağlamak ve GİL'de eğilme ("tilt") ve desantrasyon olmasını önlemek için siliyer sulkusa implante edilecek bir göz içi lensin toplam uzunluğu en az 12,5 mm olmalıdır. Ayrıca, üveal dokuya sürtünme ile ilişkili komplikasyonları önlemek için GİL, arkaya doğru açılı, ince, kıvrımlı haptiklere sahip olmalıdır. Bu bağlamda tek parça polimetilmetakrilat (PMMA) veya üç parçalı akrilik veya silikon GİL'ler, siliyer sulkus implantasyonu için en iyi seçenekler olarak kabul edilmektedir.¹ Bununla birlikte, yakın zamanda yapılan bir çalışmada, toplam uzunluğu 13 mm olan sulkusa yerleştirilmiş üç parçalı GİL'lerde daha fazla miktarda eğilme ve desantrasyon meydana gelebileceği öne sürülmüştür.⁶

Burada, haptiklerin dışı doğru yeterli gerim ile siliyer sulkusa sıkı bir şekilde yerleştirilebilmesini sağlamak için toplam GİL uzunluğunun 14,5 mm'ye çıkarılmasına olanak veren bir haptik modifikasyon tekniğini sunuyoruz. Bu yöntem, minimal ön kapsül desteği olan uzun gözlerde bile sulkusa implante edilen GİL'nin daha stabil olmasını sağlarken eğilme ve desantrasyon gelişmesine engel olmaktadır.

Gereç ve Yöntem

Mayıs 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda sulkusa modifiye ve uzatılmış üç parçalı GİL implantasyonu yapılan hastaların tıbbi kayıtları incelendi. Takibi 6 aydan uzun olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Tüm olguların demografik özellikleri ile preoperatif ve postoperatif oftalmolojik bulguları kaydedildi. Ameliyattan önce ve 6 ay sonra yapılan göz muayenesinde elde edilen en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) (minimum rezolüsyon açısının logaritması [logMAR] olarak verilmiştir), biyomikroskopi, göz içi basıncı ve fundoskopi verileri değerlendirildi.

Çalışma boyunca Helsinki Bildirgesi'nin ilkelerine bağlı kalındı ve hasta verilerini değerlendirmek için Bursa Uludağ Üniversitesi Yerel Etik Kurulu'ndan onay alındı (11.11.2020, 2020-20/11).

Ameliyat Tekniği

Standart cerrahi asepsi sağlandı ve takiben 4 mL %2 lidokain ve %0,5 bupivakain kombinasyonu ile peribulber anestezi yapıldı. Saat 10 hizasında 20 G MVR bıçak ile korneal yan port oluşturuldu. Yan porttan ön kamaraya dispersif viskoelastik madde (Viscoat ® 40 mg sodyum kondroitin sülfat - 30 mg sodyum hiyalüronat) enjekte edildi (Şekil 1A). Daha sonra saat 12 hizasında 2,2 mm'lik slit bıçak ile saydam kornea insizyonu yapıldı (Şekil 1B).

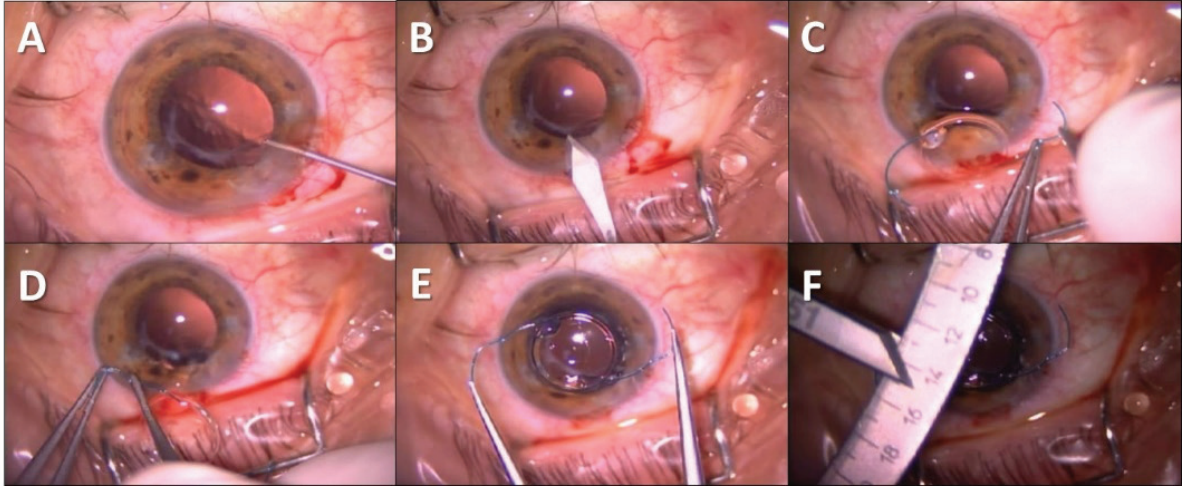
Bu yeni teknik için üç parçalı, katlanabilir, monofokal GİL (Sensar AR40e; Johnson & Johnson Vision, Santa Ana, CA, ABD) kullanıldı. Bu GİL, 5°'lik angüstasyonu olan hidrofobik akrilik optik ve modifiye C loop PMMA haptiğe sahiptir (Tablo 1). Bu teknik kullanılarak tüm haptikler cerrahi mikroskop altında modifiye edildi. İlk önce, haptiğin uzunluğunun üçte birine (birinci tutma yeri, GİL optiklerine daha yakın) ve üçte ikisine (ikinci tutma yeri, haptiklerin sonuna daha yakın) karşılık gelen iki noktadan, iki dişsiz penset kullanılarak haptik tutuldu. Birinci tutma yerindeki forseps sıkı ve sabit tutulurken, ikinci tutma yerindeki diğer forseps haptiğin normal eğriliğinin aksi yönüne doğru geri çekildi (Şekil 1C). Bu bükme hareketi nedeniyle haptik daha uzun ve kavisli hale geldi ve bir "martı kanadı" ya da küçük "m" harfine benzedi. Aynı işlem diğer haptik için de tekrarlandı (Şekil 1D). Bu işlem sonucunda GİL toplam uzunluğunu 14,5 mm'ye çıkırdı (Şekil 1E-F). Modifiye GİL daha sonra, lens orijinal arka angüler pozisyonunda olacak şekilde katlanmaya özen gösterilerek kartuşa yerleştirildi (Şekil 2A-B). Modifiye GİL, saat 12 yönünde bulunan ana kornea insizyonundan ön kamaraya sokuldu (Şekil 2C). İlk haptik sulkusa yerleştirildikten sonra, diğer haptik, bir lens çevircisi kullanılarak saat yönünde döndürülüp irisin altına hafifçe itildi (Şekil 2D-E). Son olarak, uzatılmış haptikler sayesinde GİL daha stabil şekilde merkezlenmiştir. Uzatılmış haptikler GİL'nin siliyer sulkusa sıkı şekilde durması için yeterli dışı doğru gerilim sağlamaktadır. Viskoelastik çıkarıldıktan sonra ameliyat kornea hidrasyonu ile tamamlandı (Şekil 2F).

Postoperatif altıncı ayda tüm hastaların GİL pozisyonunu ultrason biyomikroskopi (UBM) ile değerlendirildi (Şekil 3A-B).

Tekniğin detaylarını netleştirmek için, haptiklerin bükülme noktaları Şekil 4A'da gösterilmiştir. Orijinal ve modifiye edilmiş GİL'ler arasındaki uzunluk farkı Şekil 4B'de izlenmektedir.

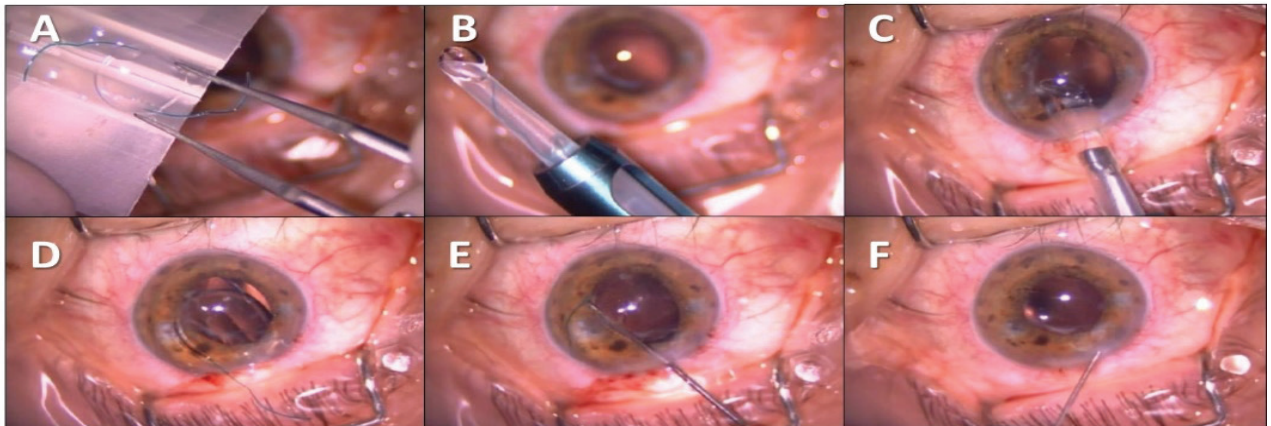
Bulgular

Yetersiz kapsül desteği olan 11 hastanın 11 gözünde siliyer sulkusa modifiye ve uzatılmış üç parçalı GİL implante edildi. Hastaların yaş ortalaması 53,9±12,2 yıl idi. Hastaların 6'sı (%54,5) erkekti. On bir gözün 9'u afaktı (5 gözde komplike katarakt cerrahisi ve 4 gözde oküler travma nedeniyle). Diğer 2 göze ise daha önce GİL dislokasyonu gelişmesi nedeniyle siliyer sulkus implantasyonu yapılması gerekmiştir.

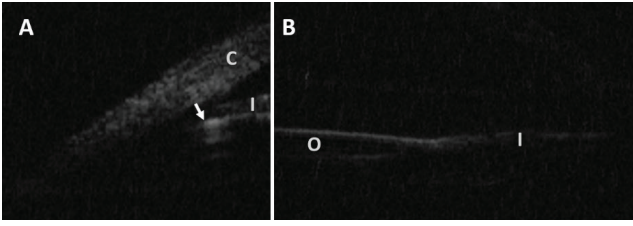


Şekil 1. A) Ön kamara viskoelastik madde enjeksiyonu yapılır. B) 2,2 mm'lik slit bıçak ile saydam kornea kesi yapılır. C) Bir haptik, biri haptik uzunluğunun üçte birinde ve diğeri üçte ikisinde olacak şekilde iki dişsiz forseps yardımıyla tutulur. Birinci tutma yerindeki forseps sıkı ve sabit tutulurken, ikinci tutma yerindeki forseps haptik normal eğrisinin aksi yönünde geriye doğru çekilir. D) Aynı işlem diğer haptik için tekrarlanır. E) Haptikler bu nedenle "martı kanadına" benzer şekilde uzar. F) Lensin toplam uzunluğu 14,5 mm'ye çıkar

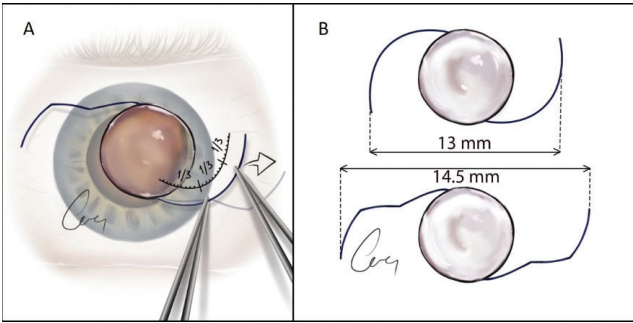
Tablo 1. Bu teknikte kullanılan göz içi lensinin özellikleri	
	Sensar AR40e
Optik özellikler	
Güç	+6,0 ila +30,0 diyoptri
Çap	6 mm
Şekil	Bikonveks
Materyal	Hidrofobik akrilik, UV bloke edici
A-sabiti	118,4
Teorik ÖKD (mm)	5,2
Refraksiyon indeksi	1,47
Haptik özellikleri	
Toplam uzunluk (mm)	13,0
ÖKD: Ön kamara derinliđi, UV: Ultraviyole	



Şekil 2. A) Modifiye göz içi lensi (GİL) kartuşa yüklenir. B) GİL, arka angülasyonun pozisyonuna dikkat edilerek katlanır. C) GİL, saat 12 yönündeki ana kornea insizyonundan ön kamara sokulur. D) Öndeki haptik sulkusa yerleştirilir. E) Takip eden haptik, bir lens çeviricisi yardımıyla saat yönünde döndürülerek irisin altına hafifçe itilir. Kornea kesileri viskoelastik boşaltıldıktan sonra hidrasyon ile kapatılır. F) GIL ameliyat sonunda stabilize ve merkezlenmiş olarak görülür



Şekil 3. A) Modifiye edilmiş üç parçalı göz içi lensin (GİL) iyi konumlandırılmış bir haptikini gösteren ultrason biyomikroskopik görüntü (UBM). Hiperekoik çift çizgi (beyaz ok), siliyer sulkusta bulunan GİL haptiklerine aittir. (C: kornea; I: iris). B) Aynı modifiye edilmiş üç parçalı göz içi lensin optiğini gösteren bir UBM görüntüsü (O: optik; I: iris)



Şekil 4. A) Haptik, uzunluğunun üçte biri ve üçte ikisinden olmak üzere iki dişsiz forseps ile tutulur. İlk tutma yerindeki forseps sıkı ve sabit tutulurken, ikinci tutma yerindeki diğer forseps, haptik normal eğriliklerinin aksi yönünde (ok yönünde) geriye doğru çekilir. Haptiğin son hali gölge şeklinde gösterilmektedir. B) Her iki haptiğe aynı prosedür uygulandıktan sonra, lensin toplam uzunluğu 13 mm'den 14,5 mm'ye çıkmıştır

Ortalama aksiyel uzunluk $24,13 \pm 1,93$ mm idi. On bir gözün 4'ünde (%36,4) aksiyel uzunluk 24 mm'den büyüktü. Preoperatif ortalama EİDGK $0,88 \pm 1,1$ logMAR iken postoperatif ortalama EİDGK $0,28 \pm 0,30$ logMAR idi. Ortalama preoperatif sferik eşdeğer (SE) $+9,92 \pm 4,43$ diyoptri (D) iken postoperatif 6. ayda ortalama SE $-2,66 \pm 1,44$ D idi. Ortalama göz için basıncının postoperatif 6. ayda $16,2 \pm 2,6$ mmHg olduğu bulundu.

GİL modifikasyonu ve implantasyonu sırasında haptiklerde herhangi bir kırılma meydana gelmedi. Postoperatif 6 aylık takipte hiçbir hastada biyomikroskopik muayenede pigmenter dispersiyon, pupiller yakalanma, GİL dislokasyonu veya desantrasyon gözlenmedi. Ancak çalışmamızda teknik sorunlar nedeniyle GİL eğilme açıları ölçülemedi.

Tartışma

Siliyer sulkus implantasyonu, yetersiz kapsül desteği olan hastalarda güvenli ve etkin olduğu kanıtlanmış kabul gören yaklaşımdır.⁷ Ancak, GİL desantrasyonu ve eğilme riskini azaltmak için sulkus-sulkus mesafesi ile uyumlu olan doğru GİL'nin seçilmesi önemlidir. Endoskopik görüntüleme ve UBM kullanılarak yapılan ölçümlere göre sulkus-sulkus mesafesinin 11,0 ila 12,5 mm arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle, sulkusa implante edilecek bir GİL'in, yeterli dışa doğru

gerim oluşturmak ve stabil haptik fiksasyonu sağlamak için toplam uzunluğu en az 12,5 mm olmalıdır.^{8,9,10}

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada kese ve siliyer sulkusa implante edilen lenslerde GİL'lerin eğilme ve desantrasyon miktarları karşılaştırılmıştır.⁶ Yatay ve dikey ortalama eğilmenin kese içine implante edilen GİL'lerde sırasıyla $2,5^\circ$ ve $2,6^\circ$; sulkusa implante edilen GİL'lerde ise sırasıyla $7,68^\circ$ ve $3,01^\circ$ olduğu görülmüştür. Ortalama yatay ve dikey desantrasyon mesafesinin, kese içine implante edilen GİL'ler için sırasıyla 0,06 mm ve 0,02 mm ve sulkusa implante edilen GİL'ler için ise sırasıyla 0,4 mm ve 0,31 mm olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan GİL'lerin toplam uzunluğu 13 mm olmasına rağmen, sulkus implantasyonunda GİL eğilme ve desantrasyon miktarının kese içine implantasyondan daha fazla olduğu görülmektedir.⁶

Bir UBM çalışmasında cerrah, 36 gözde toplam çapları 12,5 ila 14,0 mm arasında değişen GİL'leri sulkusa implante etmiştir.¹¹ Ancak, UBM ile gözlerin sadece %47'sinde her iki haptiğin de hedef konumda olduğu görülmüştür. Gözlerin geri kalanında, haptiklerden biri veya her ikisinin pars plikata, pars plana ve kese içinde olacak şekilde istenmeyen dış pozisyonlarda olduğu bulunmuştur. Bahsedilen çalışmada hastaların %56'sında GİL optiğinde eğilme olduğu saptanmıştır. Ancak, bu eğilme 100 ila 200 μ m arasında değişen, önemli olmayan, biyomikroskopik muayene ile klinik olarak tespit edilemeyen ve sadece UBM ile saptanabilen bir derecedir.¹¹ Başka bir UBM çalışmasında, Zhao ve ark.⁷ pediyatrik yaş grubunda siliyer sulkus fiksasyonunda yatay desantrasyona kıyasla dikey desantrasyona daha fazla yatkınlık olduğunu öne sürmüşlerdir. GİL ile siliyer sulkus arasındaki boyut uyumsuzluğu ve yer çekiminin GİL desantrasyonuna neden olabileceği hipotezini kurmuşlardır. Benzer şekilde, Trivedi ve ark.¹² sulkus-sulkus mesafesinin daha geniş olduğu uzun gözlerin GİL desantrasyonuna yatkın olabileceğini öne sürmüştür.

GİL ve sulkus arasındaki boyut uyumsuzluğundan kaynaklanan GİL eğilme ve desantralizasyon riskini azaltmayı amaçlayan yeni bir haptik modifikasyon tekniğini bildiriyoruz. GİL, haptikleri uzatılarak modifiye edilmiş ve böylece toplam çap 13 mm'den 14,5 mm'ye çıkarılmıştır. GİL santralizasyonu ve stabilitesinin daha iyi olmasının, siliyer sulkusa sıkı oturması için yeterli dış gerilim sağlayan modifiye uzatılmış haptiklere bağlı olduğunu düşünüyoruz. Ayrıca, modifiye GİL, minimal ön kapsül desteği olan gözlerde bile sulkus implantasyonu yapılmasına olanak sağlayabilir.

Bu teknik hem kapsüller yırtık ile komplike olan katarakt cerrahisi sırasında primer GİL implantasyonu hem de cerrahi veya travmatik afaki yönetiminde sekonder GİL implantasyonu için kullanılabilir. Tekniğin olası komplikasyonları arasında uzatma işlemi sırasında PMMA haptiklerin kırılması yer almaktadır. Ancak küçük çalışma kohortumuzda (11 göz) GİL modifikasyonu ve implantasyonu sırasında haptiklerde herhangi bir kırılma gözlemedik. Ek olarak, haptiklerin bükülmesi, haptiğin yapısal ve mekanik mukavemetini bozabilir ve uzun dönemde kırılmaya yol açabilir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmanın kısıtlılıkları; hasta sayısının az olması, çalışmanın retrospektif olması, uzun dönem sonuçlarının olmaması, teknik sorunlar nedeniyle GİL desantrasyon ve eğilme miktarının ölçülememesi olarak sıralanabilir.

Sonuç

Sonuç olarak, bu maliyetsiz, kolay öğrenilebilir ve uygulanabilir teknik, özellikle kapsül desteği yetersiz uzun gözlerde sulkus implantasyonunda güvenli ve uygulanabilir bir alternatif yöntem olabilir. Bununla birlikte, tekniğimizin güvenliğini belirlemek için uzun dönem takipli, daha fazla sayıda hastanın dahil edildiği, GİL eğilme açısının UBM veya ön segment optik koherens tomografi ile ölçüldüğü prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma boyunca Helsinki Bildirgesi'nin ilkelerine bağlı kalındı ve hasta verilerini değerlendirmek için Bursa Uludağ Üniversitesi Yerel Etik Kurulu'ndan onay alındı (11.11.2020, 2020-20/11).

Hasta Onayı: Retrospektif çalışmadır.

Hakem Deđerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: M.B., Konsept: M.B., G.U.G., A.Ç.E., Dizayn: M.B., G.U.G., A.Ç.E., Veri Toplama veya İşleme: G.U.G., A.Ç.E., Analiz veya Yorumlama: M.B., G.U.G., Literatür Arama: G.U.G., A.Ç.E., Yazan: G.U.G.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Mehta R, Aref AA. Intraocular lens implantation in the ciliary sulcus: Challenges and risks. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:2317-2323.
2. Tian T, Chen C, Jin H, Jiao L, Zhang Q, Zhao P. Capture of intraocular lens optic by residual capsular opening in secondary implantation: long-term follow-up. *BMC Ophthalmol.* 2018;18:84.
3. Chang DE, Masker S, Miller KM, Braga-Mele R, Little BC, Mamalis N, Oetting TA, Packer M; ASCRS Cataract Clinical Committee. Complications of sulcus placement of single-piece acrylic intraocular lenses: recommendations for backup IOL implantation following posterior capsule rupture. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35:1445-1458.
4. Wagoner MD, Cox TA, Ariyasu RG, Jacobs DS, Karp CL; American Academy of Ophthalmology. Intraocular lens implantation in the absence of capsular support: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2003;110:840-859.
5. Ali MH, Dikopf MS, Aref AA. Late complications of single-piece intraocular lens implantation in the ciliary sulcus. *JAMA Ophthalmol.* 2018;136:825-826.
6. Sauer T, Mester U. Tilt and decentration of an intraocular lens implanted in the ciliary sulcus after capsular bag defect during cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2013;251:89-93.
7. Zhao YE, Gong XH, Zhu XN, Li HM, Tu MJ, Coursey TG, Pflugfelder SC, Gu F, Chen D. Long-term outcomes of ciliary sulcus versus capsular bag fixation of intraocular lenses in children: An ultrasound biomicroscopy study. *PLoS One.* 2017;12:e0172979.
8. Sugiura T, Kaji Y, Tanaka Y. Anatomy of the ciliary sulcus and the optimum site of needle passage for intraocular lens suture fixation in the living eye. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44:1247-1253.
9. Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, Shimizu K. Relationship between ciliary sulcus diameter and anterior chamber diameter and corneal diameter. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:617-624.
10. Pop M, Payette Y, Mansour M. Predicting sulcus size using ocular measurements. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:1033-1038.
11. Loya N, Lichter H, Barash D, Goldenberg-Cohen N, Strassmann E, Weinberger D. Posterior chamber intraocular lens implantation after capsular tear: ultrasound biomicroscopy evaluation. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:1423-1427.
12. Trivedi RH, Wilson ME Jr, Facciani J. Secondary intraocular lens implantation for pediatric aphakia. *J AAPOS.* 2005;9:346-352.