

# Vitreoretinal Cerrahide Keratoprotezler: Çeşitler ve Uygulamalar

## *Keratoprostheses in Surgery: Types and Applications*

Ziya KAPRAN<sup>1</sup>  
Nihat SAYIN<sup>2</sup>

- 1- Neoretina Kliniği, Prof Dr, İstanbul
- 2- SBÜ İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzman Dr, İstanbul

Geliş Tarihi - Received: 28.02.2017  
Kabul Tarihi - Accepted: 02.03.2017  
Ret-Vit Özel Sayı 2017;25: 154-165

Yazışma Adresi / Correspondence Address:  
E-mail: nihatsayin@yahoo.com

Phone: 0533 438 3755

### ÖZ

Cerrahide keratoprotez uygulamaları kalıcı ve geçici olmak üzere 2 farklı şekilde uygulanmaktadır. Ön segment cerrahları tarafından uygulanan kalıcı keratoprotezler penetran keratoplastinin başarısız olduğu gözlerde son alternatif olarak görme kazanımı sağlamak için kullanılmaktadır. Ayrıca kalıcı keratoprotezli gözlerde meydana gelen arka segment komplikasyonlarında vitreoretinal cerrahi yapmak saydam optik ortam varlığı nedeniyle protezi çıkartmadan da mümkün olabilmektedir. Vitreoretinal hastalıkların cerrahi tedavisi saydam kornea ve bunun sağladığı yeterli görüntü sayesinde mümkün olmaktadır. Korneası opak ve arka segment patolojisi olan hastalarda vitrektomi ameliyatını yapmak için opak korneayı çıkarıp geçici keratoprotez koyarak arka segmenti görünür hale getirmek mümkündür. Geçici KPro'ların kullanıldığı cerrahilerde eş zamanlı multidisipliner cerrahi yaklaşım gerekmemekte ve aynı anda gözün farklı segmentlerine müdahale yapılabilmektedir. Böylece geçici keratoprotezler sayesinde erken vitreoretinal cerrahiye, arka segmentin net görüntüsü ve kapalı basınç sistemi ile pars plana vitrektomi yapabilmek mümkün oldu. Bu derlemede kalıcı keratoprotezler ve detaylı olarak geçici keratoprotezler anlatılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Kalıcı keratoprotez, Geçici keratoprotez, Landers keratoprotezis, Echaradt keratoprotez

### ABSTRACT

There are two types of keratoprostheses applied by anterior segment and vitreoretinal surgeons. Permanent keratoprostheses applied by anterior segment surgeons are used to improve vision for patients that are not candidates for corneal transplantation. In addition, vitreoretinal surgery in the posterior segment complications of permanent keratoprosthetic eyes is also possible. Surgical treatment of vitreoretinal disorders requires proper the surgeon to be able to see through a clear cornea. It's possible to view the posterior segment by using a temporary keratoprosthesis to perform vitreoretinal surgery in eyes with corneal opacities and posterior segment pathologies. A multidisciplinary surgical approach is needed for vitreoretinal surgery, which is then followed by a corneal transplant. The use of temporary keratoprosthesis

allows early vitreoretinal surgery with a clear view of the posterior segment and a closed-pressure system.

**Key words:** Permanent keratoprosthesis, Temporary Keratoprosthesis, Landers Keratoprosthesis, Echarde Keratoprosthesis.

## GİRİŞ

Keratoprotezler (KPro; yapay kornea), ciddi kornea patolojilerinde ön segment cerrahileri tarafından kalıcı olarak; korneal opasite ve arka segment patolojilerinin birlikte olduğu durumlarda vitreoretinal cerrahiler tarafından geçici olarak kullanılan protezlerdir. Klinik uygulamada kalıcı KPro'lar, penetran keratoplasti (PK) başarısının çok düşük olduğu gözlerde alternatif bir seçenek olarak kullanılmaktadır. Keratokonus, psödo-fakik büllöz keratopati gibi hastalıklarda PK çok başarılı şekilde uygulanmaktadır. Fakat tekrarlayan ve kronik inflamasyonun eşlik ettiği kuru göz sendromu, herpesik keratit ve oküler yüzeyde kronik inflamasyonla seyreden Steven Johnson sendromu, oküler pemfiogoid gibi durumlarda korneal greft yetmezliği çok sık görülmektedir.<sup>1, 2</sup> Keratolimbal ve limbal kök hücre transplantasyonu yapılmasına rağmen greft sağ kalım oranı bu hastalarda son derece düşüktür.<sup>3</sup> Bu hastaların çoğunda görsel rehabilitasyon için kalıcı KPro'lara ihtiyaç duyulmaktadır. Kalıcı KPro'lu gözlerde vitreoretinal cerrahi yaparken kalıcı KPro yerinden çıkartılıp ileride daha ayrıntılı bahsedeceğimiz geçici KPro ile arka segmentin görüntülenmesi sağlanmaktadır. Son yıllarda kalıcı KPro üzerinden yapılan vitreoretinal cerrahinin etkili ve güvenli olduğu bildirilmiştir.<sup>4</sup>

Ön ve arka segment patolojisi olan veya travma geçirmiş hastalarda vitrektomi veya diğer göziçi prosedürlerini gerçekleştirmek, hastanın korneasının saydamlığını yitirmesinden dolayı zor olabilmektedir. Bu gibi durumlarda geçici KPro'lar cerraha hem vitrektomi için kapalı basınçlı ortam hem de fundus görüntülenmesine izin verecek saydam bir oküler yüzey sağlamaktadır. Böylece cerrahide kullanılan geçici KPro'lar

sayesinde ön ve arka segment cerrahilerini aynı seansta yapmak ve bu cerrahiyi takiben PK ameliyatları ile ameliyat edilemez denilen gözlerin bile cerrahi rehabilitasyonunu sağlamak mümkün hale gelmiştir. Bu yazımızda kalıcı KPro'lu gözlerde gelişen arka segment patolojilerinde vitreoretinal yaklaşımları ve daha çok vitreoretinal cerrahiler tarafından kullanılan geçici KPro'lar ve uygulamalarından bahsedeceğiz.

## KALICI KERATOPROTEZLER (KPro)

### Boston Tip 1 Keratoprotez

PMMA yapılı bir ön plaka ve bir arka plakaya sahip olan bu protezler verici kornea dokusunu sabitlemek için bir de kilitleyici titanyum halkası içerir.<sup>5, 6</sup> KPro'nun diyoptrik gücü ön plakaya dahil edilen refraktif özellikteki optik ile sağlanır ve hastanın fakik, psödo-fakik veya afakik olmasına göre ayarlanabilir. Arka plaka ise verici korneaya yatak görevi görür. En son geliştirilen modellerde arka plakaya 16 tane nutrisyonel delik eklenerek aköz hümörün serbestçe dolaşımı ve verici korneanın beslenmesi sağlanmıştır.<sup>5, 7</sup>

### Boston Tip 2 Keratoprotez

Kapaklardan dışarıya doğru 2 mm çıkıntı yapan ek bir ön silindire sahip ve tasarımı tip1 KPro'ya benzeyen ve kullanımı tip 1 KPro'ya göre daha az yaygın olan protezlerdir. Ciddi kuru göze sahip olan hastalarda ve özellikle Steven Johnson sendromu/ toksik epidermal nekrolizis, oküler pemfiogoid ve kimyasal /termal yanıklar gibi aşırı derecede kuru ve skatrize oküler yüzeye sahip olan hastalar için kullanılmaktadır.<sup>8</sup>

Kalıcı KPro'lu hastalarda görülen arka segment patolojileri; KPro koyulmadan önce (travma, daha önceki oküler hastalık yada daha önce geçirdiği ameliyatın sonucu olarak), KPro takılırken ameliyat esnasında yada protez takıldıktan sonra görülebilir. Hem ön segment hem arka segment patolojisi olan böyle gözlerle vitreoretinal cerrahi kolay olmamaktadır. Kalıcı KPro ameliyatı geçirmiş gözlerin iris kökü ve siliyer cisimlerindeki fibrosis ve kontraktür nedeniyle genellikle kısalmış bir ön segment anatomileri bulunmaktadır. Bu nedenle böyle gözlerde pars plana vitrektomi (PPV) yapılırken sklerotomi insizyonları, KPro arka plakasının hemen arkasından olacak

şekilde, mümkün olduğunca önden yapılmalıdır. Bunun için sklerotomi giriş yerleri, KPro'nun santralinden 9 mm olacak şekilde işaretlenip yapılması tercih edilir. Enstrumanların manipülasyonu sırasında KPro'nun arka plakasına zarar vermektan kaçınmak olası iyatrojenik opasitelerin oluşmaması için çok önemlidir. Ray ve arkadaşları önceden 110 Boston KPro takılmış hastaları incelediklerinde 18 hastanın 22 gözünde tedavi gerektiren arka segment komplikasyonu olduğunu bildirmişlerdir.<sup>9</sup> 13 hastada retina dekolmanı, 6 hastada retroprostetik membran ve 5 hastada da izole vitreus opasiteleri saptamışlardır. KPro'nun ön plakasındaki 3, 5 mm çaplı optik saydam bölgenin arka segment görüntülemesi için yeterli olduğu ve bazı vakalarda gerektiğinde 130 derecelik geniş açılı lenslerin periferik görüntüyü en üst düzeye çıkardığı gösterilmiştir. Bu 22 gözün hepsine kalıcı KPro üzerinden PPV yapılmış ve herhangi bir ciddi oküler komplikasyon bildirilmemiştir. 3 girişli PPV için Boston tip 1 KPro'nun boyut ve konfigürasyon olarak görsel eksenini engellemediği gösterilmiştir.<sup>9, 10</sup> Harissi-Dagher ve arkadaşları Boston tip 1 KPro takılmış 70 hastanın %7'sinde PPV gerektiren arka segment komplikasyonu geliştiğini rapor etmişlerdir.<sup>7</sup> Hastalara non-kontakt görüntüleme sistemi kullanarak transkonjoktival 20-gauge PPV uygulamışlar ve % 80 hastada anatomik başarı elde etmelerine rağmen fonksiyonel başarı oranlarının sınırlı kaldığını bildirmişlerdir. Georgalas ve arkadaşları Boston tip 1 KPro sonrası gelişen 3 endoftalmi vakasına 25-gauge transkonjoktival sütürsüz PPV uygulamış ve hepsinde de vizon kazanımı elde etmişlerdir.<sup>11</sup> PPV sırasında sklerotomi yerlerini mümkün olduğunca önden yapmaya özen göstermişlerdir.

PMMA yapıli kalıcı KPro'ların silikon tamponadın neden olduğu hasara karşı dirençli olduğu ve böylece saydam bir optik eksenle birlikte silikon tamponadın ömür boyu gözde kalması mümkün olduğu bildirilmiştir. Kalıcı KPro'ların tasarımı sayesinde ciddi astigmatizma yapmadan afak düzeltme yapılabilir ve skleral fiksasyon gibi ek cerrahi işlemlerin gereksinimi azaltılabilir. Diğer yandan kalıcı KPro üzerinden PPV yapılması, geçici KPro yardımcı PPV uygulamalarını azaltarak hem geçici KPro ihtiyacını hem de cerrahi süreyi azaltmıştır.

Ray ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada 3 hastaya Boston Tip 2 KPro takılıken göz kapağı üzerinden PPV yapmış

ve burada 21- gauge kıvrık kelebek infüzyon kanülünü, göz kapağı, konjoktiva ve sklerayı tam kalınlıkta kateden mikroretinal bıçak kullanarak takmışlardır. Bu 3 vakada da herhangi bir komplikasyon rapor etmemişlerdir.<sup>9</sup>

Kliğimizizde kalıcı KPro hastalarından PPV tecrübemiz bulunmamakla birlikte kalıcı KPro üzerinden transkonjoktival PPV tekniklerinin başarılı ve komplikasyonsuz bir şekilde uygulandığını gösteren çalışmalar neticesinde kalıcı KPro'lar çıkarılmadan vitreoretinal cerrahinin geçici KPro gerektirmeden yapılabileceğini düşünmekteyiz.

## GEÇİCİ KERATOPROTEZLER

Kornea opaklığı ile beraber vitreoretinal patolojisi olan vakalarda temelde 4 değişik yaklaşım vardır.

- Kalıcı KPro üzerinde PPV yapmak
- PK yaptıktan sonra ikinci seansta PPV yapmak
- Geçici KPro yardımcı PPV sonrasında aynı veya farklı seansta PK yapmak
- Endoskopik vitrektomi ve aynı veya farklı seansta PK yapmak

Kornea opaklığı ve cerrahi gerektiren arka segment patolojisi olan olgularda geçici KPro ile beraber kombine PK ve PPV uygulaması intraoküler yapıların yeterli görülebilmemesine olanak sağlar.<sup>12-15</sup> Travma olgularında genellikle gözün hem ön hem de arka segmenti aynı anda hasar görmektedir. Özellikle göz içi yabancı cisimin (GİYC) eşlik ettiği şiddetli travma olgularında GİYC çıkarmak, retinayı yatıştırmak ve periferik vitreusu temizlemek için gereken PPV, oluşan kornea opasiteleri nedeniyle yapılamamaktadır. Böyle gözlerde başarılı bir vitreoretinal cerrahi, hem gözün arka segmentinin görüntülenmesine hem de kapalı basınçlı sisteme izin veren korneal transplantasyona bağlıdır. PK opak kornealı gözlerde optik olarak net görüntü imkanı sağlasa da her zaman başarılı sonuç alınamamakla birlikte korneal transplantasyon sonrası fundusun görüntülenmesi için gereken saydam optik ortam bir kaç haftayı bulabilmektedir. Vitreoretinal cerrahiyi ikinci seansa bırakmak böyle gözlerde görsel prognozu olumsuz yönde etkileyeceğinden bu gecikme genellikle istenmemektedir.

Korneal greftin geçici ödemi ile beraber greft transplantasyonu sonucunda ortaya çıkan mekanik distorsiyonlar da arka segmentin görüntülenmesini sınırlayabilir. Bununla birlikte PK sonrası yapılan PPV, korneanın uzun dönemdeki endotel yaşayabilirliğini, hem kullanılan büyük miktardaki infüzyon sıvısı nedeniyle hem de kompleks bir vitrektomi sırasında yapılan glob manipülasyonlarıyla olumsuz yönde etkileyebilir.

Normal ameliyat mikroskopu ile vitreoretinal cerrahinin yapılamadığı opak kornealı gözlerde arka segment yapılarının görüntülenmesi için endoskopi yardımlı PPV uygulanmıştır. İlk defa 1991 yılında uygulanmaya başlayan oftalmik mikroendoskopi sistemi sayesinde skleral indentasyon yapımadan retinanın en periferine, pars plana ve pars plikataya ön kamarada herhangi bir manipülasyon yapmadan ulaşmak mümkün olmaktadır.<sup>17</sup> Özel ekipman ve eğitim gerektirmesi, stereoskopik muayene yapılamaması ve bimanuel tekniklere izin vermemesi dezavantajı olarak bilinmektedir.<sup>18</sup>

Hem ön hem de arka segmente aynı anda müdahale edilmesi gereken gözlerde ve görüntüleme sistemlerinin vitreoretinal cerrahi için yetersiz kaldığı opak kornealı gözlerde PPV yapılabilmesi için geçici KPro'lar kullanılmaktadır. Geçici KPro kullanımı aynı zamanda PK ve katarakt cerrahisinin aynı anda yapılmasına izin veren bir uygulamadır. Geçici KPro'ların kullanıldığı cerrahilerde eş zamanlı multidisipliner cerrahi yaklaşım gerekmekte ve aynı anda gözün farklı kompartmanlarına cerrahi yapılabilmektedir. Böylece PK ve PPV aynı seansta yapılabilmektedir. Cerrahi sayısının azaltılması, hastanın daha az stres yaşaması ve maliyetin düşürülmesi açısından birçok avantajları beraberinde getiren geçici KPro'lar sayesinde çeşitli cerrahi girişimler kısa süre içerisinde yapılabilmektedir. Gözün arka segmentini en az distorsiyonla görüntülenmesini sağlayan bu KPro'lar, opak kornealı ve PPV gerektiren ağır travmatize, ameliyat edilemez dediğimiz gözlerde bile kapalı basınç sistemine olanak vererek erken vitreoretinal cerrahiyi son derece güvenli bir şekilde yapılabilmesini sağlamıştır.

Vitreoretinal cerrahide kullandığımız başlıca 2 çeşit geçici KPro bulunmaktadır.

**Tablo 1.** Landers geniş açılı keratoprotezlerin 3 farklı çapa sahip optik silindiri ve bunların değişik görüntü açıları

| Landers Geniş Açılı KPro | Görüş Alanı | Görüntü Büyütme |
|--------------------------|-------------|-----------------|
| L-6.2                    | 26°         | 2.29×           |
| L-7.2                    | 28°         | 2.29×           |
| L 8.2                    | 30°         | 2.29×           |

### 1. Landers Geçici Keratoprotez;

PMMA' dan ve silikondan yapılmış olanı bulunmaktadır. 6.2, 7.2, ve 8.2 mm çapında çeşitleri bulunmakta ve optik silindir uzunluğu 5.0 mm olanı afak gözlerde kullanılırken, 1.0 mm uzunluğunda olanları fakik veya psödo-fakik gözlerde kullanılmaktadır.

### 2. Eckardt Geçici Keratoprotez;

Hidrofilik yüzeye sahip silikon kauçuktan yapılmıştır. Dış silindiri 10 mm çapında ve iç silindiri 7 mm çapında ve 2.8 mm uzunluğunda olan tek kullanımlık KPro'lardır.

Daha ayrıntılı olarak bahsedeceğimiz bu iki çeşit KPro'ların kendi içlerinde bazı avantaj ve dezavantajları bulunmakta ve cerrahimize karar vermeden önce hangi tip KPro'yu kullanacağımızı seçmemizde bize yardımcı olmaktadır. Geçici KPro'ların tasarım ve model açısından gelişim süreci tablo 2'de özetlenmiştir.

**Tablo 2.** Geçici keratoprotezlerin tasarım ve model açısından gelişim süreci

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Orijinal Landers PMMA KPro               | Landers, 1981           |
| Eckart Silikon Kpro                      | Eckart, 1987            |
| Geniş Açılı Landers PMMA KPro (gövdeli)  | Toth ve Landers, 1993   |
| İnfüzyon Geniş Açılı Landers PMMA KPro   | Benner ve Landers, 1996 |
| Geniş Açılı Landers PMMA KPro (gövdesiz) | Watson ve Landers, 2011 |

## Flexible Silikon Keratoprotezler

### Avantajları:

- Korneal yatağa yerleştirilmeleri daha kolaydır
- Kornea ile keratoprotez arasında cerrahi aletleri geçirmek daha kolay olup ön kamaraya ulaşmak daha kolaydır.
- Ekstrenal indentasyon sırasında gözün esnemesi daha doğaldır.

### Dezavantajları:

- KPro deliklerinin yırtılma olasılığı daha fazladır
- Sütürler delikler üzerinde daha fazla distorsiyona sebep olur, bu da sıvı kaçağına ve kontrolsüz cerrahiye neden olabilir.
- KPro'nun ömrü daha kısadır ve bazen tek bir cerrahide bile birden fazla keratoprotez kullanmak zorunda kalınabilir.

## Sert PMMA Keratoprotezler

### Avantajları:

- Daha dayanıklıdır ve birden fazla kez kullanılabilir.
- Korneal yatağı kapaması muazzamdır ve sıvı kaçağı çok az olmaktadır.

### Dezavantajları:

- KPro altından cerrahi aletleri geçirmek zor olabilir.
- Bimanuel manevralar sırasında glob esnemesi daha azdır ve bu da cerrahi manevraları zorlaştırabilir.

## Landers Geçici Keratoprotez

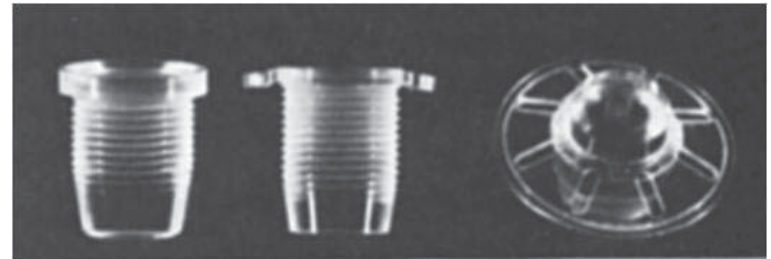
Arka segmentin görüntülenmesini engelleyen korneal opasifikasyonlar, PK ile tedavi edilebilse de greftin saydamlaşması sırasında oluşan gecikme retina hastalığının prognozunu olumsuz yönde etkiler. Arka segment manipülasyonlarının kapalı basınçlı sisteme ihtiyaç duymadığı durumlarda "open sky" vitrektomi yöntemi kullanılmıştır. Fakat modern PPV'yi

bu koşullar altında gerçekleştirmek neredeyse imkansız gibidir. Kombine PPV ve PK için geçici KPro kavramı, ilk defa Landers ve arkadaşları tarafından 1981 yılında bildirilmiştir.<sup>12</sup> Kendi dizayn ettikleri ve Landers-Foulks Geçici KPro adıyla anılan bu KPro sayesinde hem "open sky" vitrektominin risklerinden ve yetersizliğinden kaynaklanan sorunları aşmayı başarmışlar hem de kornea opaklığı varlığında vitreo-retinal hastalıkların tedavisini erken zamanda yapma imkanı sağlamışlardır.

İlk geliştirdikleri geçici KPro, PMMA' dan yapılmış uzunluğu 5 mm ve çapı 7.2 mm olan bikonkav vidalı bir optik silindirdi. Bu KPro'lar vitrektomi ameliyatları için çok önemli katkılar sağlamakla birlikte retinanın sınırlı periferik görüntüsü ve fakik gözlerde kullanılamayacak kadar uzun bir silindire sahip olması kullanımını kısıtlamıştır. O dönemde 3 tip KPro tasarlanmışlardır (Şekil 1).

**Tip 1 Landers KPro:** 5.0 mm uzunluğunda ve 6.2 mm çapında vidalı optik silindirdir. Dişli millerin kornea stromasına geçmesi ile korneal yatağa tespit edilir. Opak fakat yapısal olarak bozulmamış kornealarda kullanılabilir.

**Tip 2 Landers KPro:** 5.0 mm uzunluğunda ve 6.2 mm çapında vidalı optik silindirdir, tip 1 Landers KPro'dan farklı olarak optik kenarında fiksasyonu arttırmak için korneaya sütürasyonunu sağlayan çıkıntıları mevcuttur. Korneada tek bir laserasyon varsa ve göze rotasyon hareketi gibi manipülasyonlar yapılacaksa kullanılır. Bu KPro ile hayvan ve insan gözlerinde göz içi sıvıda herhangi bir kaçak oluşturmadan 70 mm Hg'lık göz içi basıncına ulaşılmıştır.



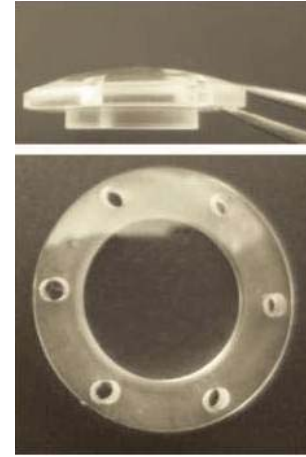
**Şekil 1.** Landers-Foulks geçici keratoprotez. Tip 1 solda, tip2 ortada ve tip 3 sağda olmak üzere 3 tip keratoprotez tasarlanmıştır.

**Tip 3 Landers KPro:** 5.0 mm uzunluğunda ve 6.2 mm çapında vidalı optik silindirdir. Farklı olarak dış kenarında korneaya devamlı sütürasyona izin veren dairesel sütürasyon delikleri mevcuttur. Bir çok laserasyon ya da deformiteye sahip kornealarda yararlıdır.

Her üç çeşit KPro'nun da eğrilik yarıçapları 7.8 mm olan konkav ön ve arka yüzeyleri mevcuttur. Her üçü de havanın ortasında -135.6 D; afakik, sıvı dolu gözde ise -85.4 D'lik kırma gücüne sahiptir.

Arka segment periferinin sınırlı görüntülenmesi, silikon yapıları KPro'ların tekrar kullanımında sıkça bozulması ve sıvı kaçağı ile ilgili problemler yeni sürüm KPro'ları gündeme getirmiştir. Böylece Landers ve arkadaşları 1993 yılında bir sonraki geçici KPro sürümünü geliştirmişlerdir.<sup>19</sup> Bu KPro, PMMA materyalinden yapılmış, üzerinde 6 adet marjinal sütür delikleri olan, tekrar kullanılabilir özellikte ve fundus periferinin görüntülenmesine izin veren Landers geniş açılı KPro idi. Arka kutbu ve fundus periferini ek yardımcı bir lens olmadan görüntülenmesine izin veren Landers geniş açılı KPro'nun 6.2 mm, 7.2 mm ve 8.2 mm olmak üzere 3 çeşit optik çapı bulunmaktadır (Tablo 1). 15.5 mm'lik ön yüzey eğrilik yarı çapı sayesinde yardımcı lens olmadan ekvatora kadar olan periferi göstermekle birlikte skleral indentasyon ve yardımcı lens yardımıyla ora serrataya kadar görüntü almak mümkündür.

Landers 2 geniş açılı KPro'nun ön kamaraya uzanan merkez gövdesi bulunmaktaydı ve sızdırmazlığı yüksek basınçlarda bile çok iyiydi. Watson ve arkadaşlarının 45 gözde yaptıkları deneysel çalışmasında 100 mmHg basınç altında bile Landers 2 geniş açılı KPro'nun sızdırmazlığını sürdürdüğü gösterilmiştir.<sup>20</sup> Son zamanlarda Landers 2 geniş açılı KPro'ların merkezi kornea silindirin kalınlığı 1 mm'ye kadar düşürülmüş ve hem fakik hem de psödo-fakik gözlerde lens veya göz içi lense zarar vermeden kullanılabilmiştir (Şekil 2). En son geliştirilen Landers 3 geniş açılı KPro'nun arka yüzeyinde ön kamaraya uzanan herhangi bir merkezi gövdesi bulunmamaktadır (Şekil 3). Göz ile Landers 3 geniş açılı KPro arasındaki sızdırmazlık tamamen periferik kornea yüzeyinde sağlanmaktadır (Şekil 4).<sup>21</sup> Bu da PMMA yapıları KPro'nun sert doğası sayesinde mümkün olmaktadır. Landers 3 geniş açılı KPro'nun sağ-

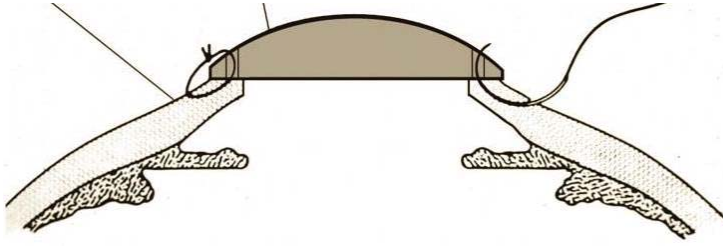


**Şekil 2.** Landers 2 geniş açılı keratoprotez. Santral bölgede aşağıya uzanan optik silindir görülmektedir.

ladığı avantaj, KPro'nun karşı sütür deliklerinin iç kenarları arasındaki mesafeyi 8.5 mm'ye kadar arttırmasıdır. Böylece çeşitli boyutlarda korneal açıklıklar için değişik çaplı KPro bulunmasına gerek kalmamıştır. Buna ek olarak merkezi bir gövde olmadığı için posterior segmentin daha geniş bir alanda görüntülenmesine izin verilmiş olup büyük ve düzensiz yaralar için rahatlıkla kullanılabilmiştir.



**Şekil 3.** Landers 3 geniş açılı keratoprotez. Santral bölgede uzanım gösteren herhangi bir optik gövde bulunmamaktadır.

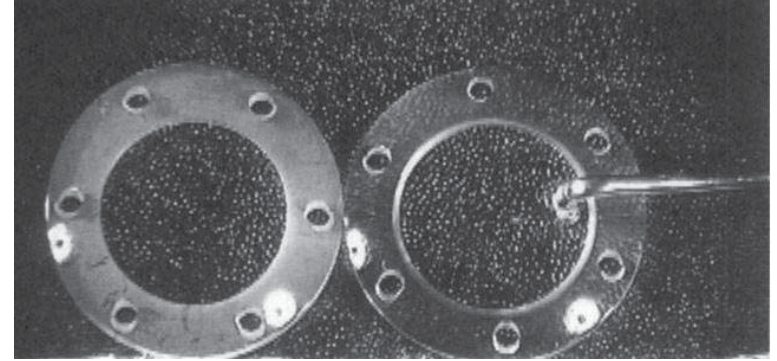


**Şekil 4.** Gövdesiz Landers 3 geniş açılı keratoprotez ile kornea arasındaki sızdırmazlığın yerini gösteren şematik görüntü

Geçici KPro kullanılsın veya kullanılsın, PPV yaparken göz içine verilen infüzyon sıvısının varlığı çok önem arz etmektedir. Özellikle infüzyon kanülünün ucunu görmeden infüzyon sıvısını açmak subretinal alana sıvı girişine veya iyatrojenik retina yırtıklarına ve retinal diyaliz gibi komplikasyonlara neden olabilir. Vitreus ve lens saydam ise, standart bir pars plana infüzyon kanülü rahatlıkla görülebilir. Bununla birlikte, yoğun vitreus kanaması veya kondasyonu, siklitik membran veya anterior traksiyonel membranlar varsa infüzyon kanülünün ucu her zaman görülemeyebilir. Bu gibi durumlarda infüzyon kanülüne bağlı komplikasyonları azaltmak için yeni tasarımlar geliştirilmiştir.<sup>22</sup> İnfüzyon geçici KPro'da, Landers 3 geniş açılı KPro'nun merkez silindirinine 20-gauge çelik kanül eklenmiştir. 20-gauge kanül, kornea periferinden merkeze doğru geçip, 90 derece bükülür ve kornea silindirin periferinden göze girer. Kanülün ucu kornea silindirin posterior yüzü ile aynı hizadadır (Şekil 5). İnfüzyon geçici KPro kullanımı sayesinde ayrı bir infüzyon kanülü yerleştirme ihtiyacı ortadan kalkıp çalışma süresi azalmıştır. Ayrıca standart geçici KPro'lar ile karşılaştırıldığında hava-sıvı değişimi sırasında görülen KPro arka yüzeyindeki sıvı damlacıklarının infüzyon geçici KPro'da daha az görüldüğü bildirilmiştir.<sup>22</sup>

### Eckardt Geçici Keratoprotez

Landers ve arkadaşlarının geliştirdikleri ilk KPro'lar vitreoretinal cerrahi sırasında mükemmel bir arka kutup görüntüsü sağlamasına karşın periferik fundus görüntüsü istenilen seviyede değildi. Ayrıca ilk sürüm Landers KPro'ların fakik hastalar için uygun olmayan uzun bir optik silindiri vardı.



**Şekil 5.** Solda gövdesiz Landers 3 Geniş Açılı KPro ve sağda infüzyonlu Landers geniş açılı keratoprotez görülmektedir.

Pars plana, vitreus bazı ve periferik retinayı daha iyi göstermesi amacıyla 1987 yılında Eckardt dış silindiri 10 mm çapında ve iç silindiri 7 mm çapında ve 2.8 mm uzunluğunda olan silikondan yapılmış tek kullanımlık geçici KPro'ları geliştirdi (Şekil 6).<sup>13</sup> Hidrofilik yüzeye sahip olan Eckardt geçici KPro'nun dış silindirin eğrilik yarı çapı 7.8 mm, iç silindirin eğrilik yarı çapı 4.8 mm'dir ve hava ortamındaki kırma gücü -35D'dir.

Eckardt KPro ile 60 mmHg basınçtan daha fazla basınçlarda bile sıvı kaçağı ve sütür rüptürü olmadığı rapor edilmiştir. Eckardt, keratoprotez ile sıvı kaçağı olmadan cerrahi yapılabilmesi için KPro iç gövdesinden daha küçük çapta trepa-



**Şekil 6.** Eckardt geçici keratoprotez ön ve yandan görünüşü

nizasyon gerektiğini savunmuş ve 6.5 mm çapında trepanizasyon kullanılmasını önermişlerdir. Garcia-Valenzuela ve arkadaşları 7.0-mm'lik Eckardt KPro ile 6.75 mm trepanizasyon kullanımını bildirmiştir.<sup>14</sup> Eckardt geçici KPro'nun optik silindiri benzer çaptaki Landers-Foulks KPro'sundan daha kısa olduğu için periferik fundus görüntüsü daha iyidir, fakat fiksasyon sütürleri için ayrı delikleri olmadığından ve kauçuk silikon yapısından dolayı tekrar kullanımında bulanıklık ve yapısında distorsiyon görülmektedir.

## CERRAHİ TEKNİK VE UYGULAMA

Geçici KPro yardımcı PPV uygulamalarında genellikle standart teknikler uygulanmasına rağmen değişik uygulamalar yapan cerrahlar da bulunmaktadır. Bu cerrahi uygulamalar ve tekniklerdeki değişikliklerin ortak amacı korneal greft yetmezliğini en aza indirmektir. Genellikle kabul görmüş olan geçici KPro yardımcı PPV uygulamasından sonra korneal allogreft uygulamasını aynı seansta yapmaktır.

Bu gözler çoğunlukla travma geçiren gözler olduğu için ameliyat sırasında ne ile karşılaşacağımızı bilemeyebiliriz. Bu yüzden cerrahi teknikte birçok cerrah genel anesteziyi tercih etmektedir.

Globun sönmesini önlemek için skleraya Flieringa halkası önerilmektedir. Bu halkanın sütürasyonu özellikle çocuk hastalarda ve lokal anestezi ile yapılan ameliyatlarda çok önemlidir. Sonrasında opak kornea manuel veya vakumlu trepan ile lameller olarak kesilip korneal makas yardımı ile eksize edilir. Genellikle daha kontrollü olduğu için manuel trepanlar tercih edilir ve trepanın santral lokalizasyonda olması cerrahinin sonraki aşamaları için de çok önem arz etmektedir. Geçici KPro çapından 0.25 mm küçük trepan kullanılır. Kornea eksize edildikten sonra ön kamara yapıları direkt olarak görülebildiği için gerektiğinde nükleus doğurtulması veya göz içi lensin çıkarılması, pupiller membran temizliği ve ön-arka yapışıklıkların temizlenmesi gibi işlemler yapılabilir. Sklerotomi bölgeleri özellikle infüzyon kanülünü gireceğimiz bölge lokalize dekolman açısından incelenmelidir.

Daha sonra geçici KPro korneal yatağa yerleştirilerek sütür deliklerinden limbusta sütüre edilir. Sızıntıyı en aza indirmek

ve KPro'nun sıkıca durması için bu aşamada kopmayan güçlü sütürler tercih edilmelidir.

Vitreoretinal cerrahi sırasında kullandığımız geçici KPro ile kornea ön yüzü arasındaki sızdırmazlık için gereken bazı şartlar vardır.

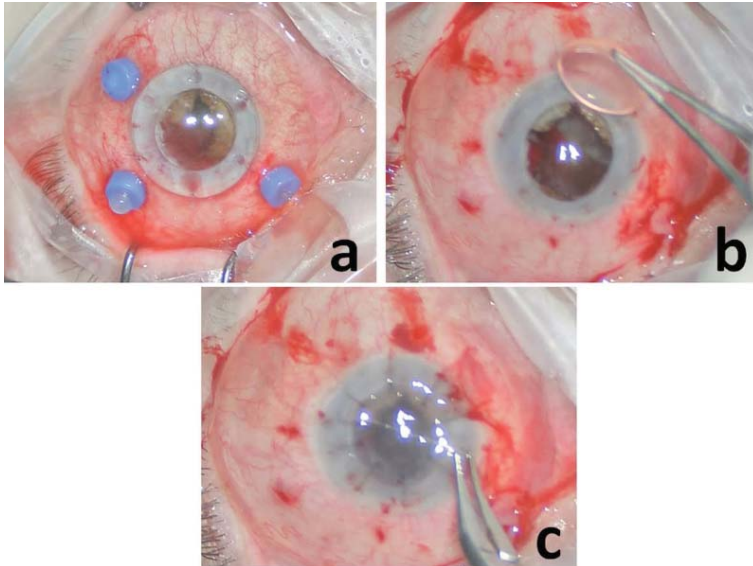
- Geçici KPro korneal yatak açıklığına merkezlenecek şekilde sabitlenmeli
- Korneal defekt veya trepanizasyon açıklığı, KPro'nun dış kenarını aşmamalı
- Korneal yırtıkların veya trepanizasyon açıklığının düzensiz olduğu durumlarda, korneal yatak kenar ile KPro kenarı birbirine denk gelmeli
- KPro periferindeki sütür deliklerinden tam kat olmayan sütürlerin yerleştirilmesi için sağlam kornea ya da skleral stroma olmalı

Standart üç portlu PPV için önce infüzyon kanülü için sklerotomi yapılır. Subretinal veya koroidal infüzyon olasılığını en aza indirmek için limbusun 4 mm uzağından 4-6 mm'lik infüzyon kanülleri kullanılır. İnfüzyon kanülünün ucu görüldükten sonra infüzyon kanülü açılarak glob basıncı sağlanır ve diğer iki sklerotomiler açılır. Limbusun seçilemediği veya infüzyon ucunun görülemediği bazı olgularda infüzyonlu geçici KPro'lar kullanılır. Yeni nesil geniş açılı KPro'lar periferik retinaı ilave lens yardımı olmaksızın gösterebilseler de KPro'lar üzerinden geniş açılı indirek görüntüleme sistemleri kullanılarak periferik görüntüyü daha da arttırmak mümkündür. Vitreoretinal cerrahi işlemlerinin tümü geçici KPro varlığında yapılabilir. Skleral indentasyon ve skleral çökertme yöntemleri rahatlıkla yapılmasına rağmen bazı cerrahlar eğer öncesinde skleral bant uygulaması planlamışsa bunu KPro yerleştirmeden önce tercih ederler. GİYC'nin eşlik ettiği travmalarda bazen sklerotomi yerlerinden geçemeyecek büyüklükteki yabancı cisimler bulunabilir. Böyle durumlarda GİYC'yi trepan açıklığından çıkarmak için KPro geçici olarak çıkarılabilir ya da 1-2 adet KPro sütürü kesilerek GİYC limbustan çıkarmak mümkün olabilir.

Vitreoretinal cerrahi sonrası yan girişler, tıkaç yardımı ile kapatılır. Son yıllarda valvli sistemler kullanıldığından ilave



tıkaç kullanmaksızın sızdırmazlık elde edilebilmektedir. Alıcı korneadan 0.25-1.0 mm daha büyük donör kornea hazırlanır. Daha büyük çaplı donör kornea hazırlanmasının sebebi PPV sırasında alıcı yatağın hafifçe genişleyebilmesinden ötürüdür. Geçici KPro çıkartılmasından önce ani göz içi basıncı değişimleri için dikkatli olmak gerekir. Bunun için çok yoğun viskoelastikler KPro çıkartılmadan önce ön kamaraya enjekte edilebilir veya infüzyon sıvısının akışı azaltılabilir. Donör kornea 10-0 naylon sütürlerle alıcı yatağa dikilir (Şekil 7). Bu vakalarda postoperatif hipotoni ve fitizis bulbi riski yüksek olduğundan devamlı sütürler gevşeyebilir, bu yüzden tekli sütürler tercih edilmelidir. Keratoplasti tamamlandıktan sonra retinanın son durumunu değerlendirmek ve gaz tamponadı veya silikon yağı enjeksiyonu için cerraha bağlı olarak sıvı perflorokarbon/silikon veya gaz değişimi yapılabilir. Tamponad olarak anti-inflamatuar etkisinden dolayı silikon yağının kullanılması gaz tamponatlara tercih edilir. Çünkü postope-



**Şekil 7.** Kliniğimizde uyguladığımız geçici keratoprotez yardımı ile yaptığımız PPV ve PK olgusu. a) Geçici keratoprotez ve 3 adet 23 G transkonjunktival mikrokanüllerin pozisyonu b) Keratoprotezin çıkartılmasından sonra donör korneanın yerleştirilmesi c) PK sonrası sütürlerin gömülmesi

ratif enflamasyonun greft sağ kalımı üzerinde olumsuz etkisi vardır.<sup>23, 24</sup> Silikon verilecek afak hastalarda inferiordan iridektomi, grefti koymadan önce yapılmalıdır. Göz içine tamponad koyulduktan sonra, eğer öncesinde skleral bant geçilmişse yeterli gerginlikte olup olmadığına bakılıp eğer gerekirse çöktürmesi ayarlanır.

Korneanın opaklaşması ve vitreoretinal hastalığı olan hastalarda bu üçlü işlem (PPV + Geçici KPro + PK) yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>14, 25, 26</sup> Fakat bunun yerine PK aşamasında korneal allogreft implantasyonunu ikinci seansa bırakıp hastanın kendi korneasını tekrar yerine diken cerrahi uygulamalar da bulunmaktadır. Ön ve arka segmenti ilgilendiren ağır travmalı gözlerde postoperatif kalıcı hipotoni sık görülmekte ve bunun için uzun süreli veya kalıcı silikon yağı uygulaması yapılmaktadır. Bu gözlerde PK uygulaması yapılırsa yetersiz aköz akımı ve kaçınılmaz silikon yağı- endotel teması nedeniyle greft yetmezliği olmaktadır.<sup>27, 28</sup> Ek olarak korneanın kanla boyandığı durumlarda korneal opasifikasyon geri dönüşlü olabilmektedir. PK yapılmayıp hastanın kendi korneası sütüre edildiğinde bu opasifikasyon 1 sene içerisinde geçebilir. Son olarak kombine PK ve PPV sonrası postoperatif inflamasyon uzun süreli ve şiddetli olmakta bu da greft sağ kalımını olumsuz etkilemektedir. Her ne kadar, donör korneanın az bulunduğu ülkelere de bu yöntemler kullanılsa da cerrahi sonrası opak korneayı yerine dikmek postoperatif fundus muayenesini ve hasta takibini zorlaştırmaktadır.

### Geçici KPro Yardımlı PPV Sonuçları ve Komplikasyonları

Literatüre baktığımızda değişik geçici KPro'lar ile yapılan PPV ve PK sonuçlarının değişik oranlarda olduğunu görmekteyiz (Tablo 3).<sup>14, 26, 28-30</sup> Bazı serilerde anatomik ve fonksiyonel başarının istenilen seviyelerde olmamasının nedeni patolojinin doğal seyrinin çoğunda fitizis bulbiye neden olacak kadar kötü olmasına bağlanmıştır.<sup>31</sup> Tatmin edici olmayan sonuçların sebeplerinin çoğunlukla greft yetmezliği, siliyer cisim disfonksiyonuna bağlı hipotoni ve glokom olduğu rapor edilmiştir.<sup>10</sup>

Roters ve arkadaşları 31 hastanın 34 gözüne yaptıkları geçici KPro yardımcı vitreoretinal cerrahi ve PK sonrası, görme kes-

Tablo 3. Geçici keratoprotez yardımı ile yapılan PPV ve PK sonuç ve komplikasyonlarını gösteren çalışmalar

|                    | Retinal Yatışma | Postop PVR | GK ↔ ↑    | 0.05     | Hipotoni  | Fitizis Bulbi | Greft Yetmezliği    | Glokom    | Enükleasyon |
|--------------------|-----------------|------------|-----------|----------|-----------|---------------|---------------------|-----------|-------------|
| Roters (n:34)      | 34 (%100)       | 4 (% 11)   | 25 (% 74) | 7 (% 21) | 10 (% 30) | 8 (% 23)      | 12 (% 35-38)        |           | 1 (% 3)     |
| Dong X (n:107)     | 78 (% 72)       | 11 (% 10)  |           |          |           | 13 (% 12)     | 34 (% 32)           | 15 (% 14) |             |
| Lee (n:11)         | 9 (% 81)        | 1 (% 8)    | 2 (% 16)  | 0        | 5 (% 45)  | 2 (% 16)      | 8 (% 73) Med:391g   | 1 (% 9)   |             |
| Khouri AS (n:23)   | 16 (% 80)       |            | 16 (% 80) |          |           | 3 (% 13)      | 5 (% 21)            |           |             |
| Nowomiejska (n:12) | 11 (% 92)       |            | 7 (% 59)  | 0        | 2 (% 17)  | 2 (% 17)      | 9 (% 75)            | 2 (% 17)  |             |
| Valenzuela (n:31)  | 10 (% 68)       | 14 (% 42)  | 16 (% 51) | 1 (% 10) |           |               | 18 (% 58)           |           | 6 (% 19)    |
| BGEAH (n:20)       | 20 (%100)       | 2 (% 10)   | 19 (% 95) | 3 (% 15) | 2 (% 10)  | 3 (% 15)      | 12 (%60) Med: 11 ay |           |             |

kinliğinde artma veya aynı kalma oranını % 74 olarak rapor etmişlerdir.<sup>25</sup> Valenzuela ve Khouri'nin çalışmalarında görme düzeyi aynı veya artmış olan olguların yüzdesi sırasıyla %51 ve %80 olarak verilmiştir.<sup>14, 30</sup>

Proliferatif vitreoretinopati (PVR), vitreoretinal cerrahi başarısını etkileyen en önemli patolojidir. Fitisiz bulbiye giden hastaların büyük çoğunluğunda preoperatif PVR mevcuttur. Önceki serilerde kombine cerrahi (PPV+KPro+PK) sonrası PVR görülme oranını %8-42 arasında olduğunu görmekteyiz.<sup>14, 32</sup> 107 travmalı gözde yapılan çalışmada postoperatif PVR görülme oranı % 10 olarak rapor edilmiştir.<sup>26</sup> Valenzuela ve arkadaşlarının 31 gözde yaptıkları çalışmada kombine cerrahi sonrası % 42 oranında PVR bildirilmiştir.<sup>14</sup> Yüksek oranda görülen PVR nedenini olguların çoğunun şiddetli travma sonrası ön segmenti de içine alan retinal dekolman vakalarının oluşturduklarına bağlamışlardır.

Kombine cerrahi sonrasında gelişen sekonder glokom; trabeküler ağın direk mekanik hasarı, inflamatuvar hücreler tarafından tıkanıklığı veya neovaskülarizasyonundan kaynaklanır. Literatüre baktığımızda en geniş serilerde % 14 oranında

bildirilen glokom sıklığı, Lee ve Nowomiejska'nın çalışmalarında sırasıyla % 9 ve % 17 oranında bildirilmiştir.<sup>26, 31, 32</sup>

Roters ve arkadaşları 34 göze uyguladıkları PPV+ KPro+PK cerrahisi sonrası ortalama 30 ay (12-84 ay ) takip ettikleri vakalarda yaklaşık % 35 oranında greft yetmezliği bildirmişlerdir.<sup>25</sup> Dong ve arkadaşları 107 gözü 25 ay takip etmişler ve % 32 oranında greft yetmezliği rapor etmişlerdir.<sup>26</sup> Greft rejeksiyonunda operasyon öncesinde var olan korneal neovaskülarizasyonun önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca ameliyatın kompleks oluşu, artmış postoperatif inflamasyona ve buna bağlı olarak artan greft rejeksiyonuna neden olmaktadır. Böylece postoperatif enflamasyonu kontrol altına almak için oral ve subkonjonktival kortikosteroidlerin yanı sıra ağır olgularda oral siklosporinden de faydalanılabileceği bildirilmiştir.<sup>33, 34</sup> Tedaviye uyumsuzluk ve takipteki yetersizlikler, greft rejeksiyonunu arttıran diğer önemli faktördür. En yüksek greft rejeksiyonu, ameliyattan sonraki ilk 1 yıl içinde olmaktadır.<sup>33</sup> Bu da ameliyattan sonraki takiplerin özellikle ilk 1 yıl içinde çok önemli olduğunu göstermektedir. Preoperatif retinası yatışık olan vakalarda greft sağ kalımının daha iyi olduğu gösterilmiş ve preoperatif görme keskinliğinin el hareketi veya

daha iyi olanlarda preoperatif görmesi ışık hissi seviyesinde olanlara göre greft sağ kalım oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur.<sup>25</sup> Lee ve arkadaşları, greft yetmezliği oranını % 60 olarak bildirirken, greft reddinde ortalama sağ kalım süresini 11 ay olarak rapor etmişlerdir.<sup>32</sup>

Literatürde retina yatışıklık oranı % 43 ila % 92 arasında bildirilmekle beraber Roters ve arkadaşları %100 oranında retinal yatışıklık oranı bildirmişlerdir.<sup>15, 25, 31</sup> Hem ön hem de arka segmentin etkilendiği ağır travmalı gözlerde sıklıkla uygulanan PPV+ KPro+PK cerrahisi sonrası hipotoni ve fitizis bulbi oranı değişiklik göstermektedir. Lee ve arkadaşları 11 olguluk serilerinde 2 (% 16 ) vakada fitizis bulbi rapor etmişken, Roters ve Dong çalışmalarında sırasıyla % 23 ve % 12 oranında fitizis bulbi bildirmişlerdir. Valenzuela 31 gözde yaptığı PPV+ geçici KPro ve PK sonrası %19 oranında enükleasyon bildirmişlerdir.

2006-2016 tarihleri arasında Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesinde yürütmekte olduğumuz 20 olguluk serimizde hastalara geçici KPro yardımıyla PPV ve sonrasında aynı seans PK uyguladık. Ortalama yaşları 48 (7-72) olan olguların 11 tanesi travma nedeniyle, 9 tanesi korneal opasite ve retina dekolmanı nedeniyle opere edilmişti. Preoperatif görme seviyeleri 15 (%75) olguda ışık hissi ve 5 olguda el hareketi seviyesindeydi. Ortalama takip süresi 18 aydı. Ameliyat sonrası tüm vakalarda retinal yatışıklık sağlandı ve % 95 olgunun görme keskinliği aynı veya artmış olarak bulundu. Olguların % 15'inde final görme keskinliği 0.05 olarak saptandı. 2 olgumuzda PVR ve hipotoni gelişirken, 3 olgumuzda fitizis bulbi gelişti. Greft yetmezliği % 60 oranında saptanırken, greft reddinde ortalama sağ kalım süresi 11 ay olarak bulundu. Hiç bir olgumuzda postoperatif glokom saptanmazken, hiç bir olguya enükleasyon da yapılmamıştır.

Özet olarak geçici KPro tasarımıdaki gelişmeler ön ve arka segment patolojilerinin birlikte olduğu ve opak kornea nedeniyle retinanın görüntülenmesinin engellendiği durumlarda ameliyat edilemez denilen gözlerin bile cerrahi rehabilitasyonuna olanak tanımıştır. Özellikle KPro ve kornea arasındaki sıvı-hava geçirmezliğinin sağlanması sayesinde kapalı sistem PPV'nin tüm aşamaları rahatlıkla yapılabilmektedir. Geçici

KPro'ları PPV ve PK için kullanmak tabii ki komplikasyonsuz bir işlem değildir. Greft reddi olasılığı ve greft yetmezliği, retinanın tekrar dekolme riski, PVR, hipotoni ve fitizis bulbi önemli komplikasyonları arasındadır. Başarı oranını değerlendirmek için iki ana faktör çok önemlidir; bunlardan biri korneal greftin durumu, diğeri ise retinanın durumu yani yatışık olup olmadığıdır.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Bachmann B, Taylor RS, Cursiefen C. Corneal neovascularization as a risk factor for graft failure and rejection after keratoplasty: an evidence-based meta-analysis. *Ophthalmology*. 2010;117:1300-05.
2. Williams KA, Lowe M, Bartlett C, Kelly TL, Coster DJ, All Contributors. Risk factors for a human corneal graft failure within the Australian corneal graft registry. *Transplantation*. 2008;86:1720-24.
3. Ilari L, Daya SM. Long-term outcomes of keratolimbal allograft for the treatment of severe ocular surface disorders. *Ophthalmology*. 2002;109:1278-84.
4. Harissi-Dagher M, Durr GM, Biernacki K, Sebag M, Rhéaume MA. Pars plana vitrectomy through the Boston Keratoprosthesis type 1. *Eye*. 2013;27:767-9.
5. Dohlman C, Harissi-Dagher M. The Boston Keratoprosthesis: A New Threadless Design. *Dig J Ophthalmol*. 2007;13.
6. Khan B, Dudenhofer EJ, Dohlman CH. Keratoprosthesis: an update. *Curr Opin Ophthalmol*. 2001;12:282-7.
7. Harissi-Dagher M, Khan BF, Schaumberg DA, Dohlman CH. Importance of nutrition to corneal grafts when used as a carrier of the Boston Keratoprosthesis. *Cornea*. 2007;26:564-8.
8. Ament JD, Strykowski TP, Pujari S, Siddique S, Papaliodis GN, Chodosh J, Dohlman CH. Cost effectiveness of the type II **Boston keratoprosthesis**. *Eye*. 2011;25:342-9.
9. Ray S, Khan BF, Dohlman CH, D'Amico DJ. Management of **vitreoretinal** complications in eyes with permanent keratoprosthesis. *Arch Ophthalmol*. 2002;120:559-66.
10. Utine CA, Gehlbach PL, Zimmer-Galler I, Akpek EK. Permanent Keratoprosthesis Combined With Pars Plana Vitrectomy and Silicone Oil Injection for Visual Rehabilitation of Chronic Hypotony and Corneal Opacity. *Cornea*. 2010; 29: 1401-5.

11. Georgalas I, Kanelopoulos AJ, Petrou P, Ladas I, Gotzaridis E. Presumed endophthalmitis following Boston keratoprosthesis treated with 25 gauge vitrectomy: a report of three cases. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2010;248: 447-50.
12. Landers MB, 3. Foulks GN, Landers DM, et al.: Temporary Keratoprosthesis for use during pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmology* 1981;91:615.
13. Eckart C.: A new temporary keratoprosthesis for pars plana vitrectomy. *Retina* 1987;7:34-37.
14. Garcia-Valenzuela E, Blair NP, Shapiro MJ, et al.: Outcome of vitreoretinal surgery and penetrating keratoplasty using temporary keratoprosthesis. 1999; *Retina* 19:424-29.
15. Glendger H, Vaiser A, Snyder WB, et al.: Temporary keratoprosthesis for combined penetrating keratoplasty, pars plana vitrectomy, and repair of retinal detachment. *Ophthalmology* 1988;95:897-901.
16. Morishita S, Kita M, Yoshitake S, Hirose M, Oh H. 23-gauge vitrectomy assisted by combined endoscopy and a wide-angle viewing system for retinal detachment with severe penetrating corneal injury: a case report. *Clin Ophthalmol.* 2011;5:1767-70.
17. Kita M, Yoshimura N. Endoscope-assisted vitrectomy in the management of pseudophakic and aphakic retinal detachments with undetected retinal breaks. *Retina.* 2011;31:1347-51.
18. Sabti KA, Raizada S. Endoscope-assisted pars plana vitrectomy in severe ocular trauma. *Br J Ophthalmol.* 2012;96:1399-403.
19. Toth CA, Landers MB. A new wide field temporary keratoprosthesis. *Retina* 1993;13:353-4.
20. Watson JS, Tran TT, Porfilio WL, Landers MB 3rd. Maintaining a watertight globe while operating with a temporary keratoprosthesis. *Retina.* 2011; 31:1118-21.
21. Watson J, Tran T, Landers M. The Landers trunkless temporary keratoprosthesis. *Arch Ophthalmol.* 2011;129:1067-9.
22. Benner JD, Landers MB 3rd. An infusion temporary keratoprosthesis for pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol.* 1996;122:579-80.
23. Boisjoly HM, Tourigny R, Laughrea PA, et al.: Risk factors of corneal graft failure. *Ophthalmology* 1993;100:1728-35.
24. Arentsen JJ.: Corneal transplant allograft reactions: possible predisposing factors. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1983;81:361-402.
25. Roters S, Szurman P, Hermes S, Thumann G, Bartz-Schmidt KU, Kirshhof B. Outcome of combined penetrating keratoplasty with vitreoretinal surgery for management of severe ocular injuries. *Retina.* 2003;23:48-56.
26. Dong X, Wang W, Xie L, Chiu AM. Long-term outcome of combined penetrating keratoplasty and vitreoretinal surgery using temporary keratoprosthesis. *Eye (Lond).* 2006;20:59-63.
27. Tanaka M, Ando M, Kitagawa H, et al. Penetrating keratoplasty surgery combined with vitrectomy after failing previous corneal surgery. *Retina.* 2003;23:41-7.
28. Roters S, Hamzei P, Szurman P, et al. Combined penetrating keratoplasty and vitreoretinal surgery with silicone oil: a 1-year follow-up. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2003;241:24-33.
29. Gross JG, Feldman S, Freeman WR. Combined penetrating keratoplasty and vitreoretinal surgery with the Eckardt temporary keratoprosthesis. *Ophthalmic Surg.* 1990;21:67-71.
30. Khouri AS, Vaccaro A, Zarbin MA, Chu DS. Clinical results with the use of a temporary keratoprosthesis in combined penetrating keratoplasty and vitreoretinal surgery. *Eur J Ophthalmol.* 2010;20:885-91.
31. Nowomiejska K, Haszcz D, Forlini C, et al. Wide-Field Landers Temporary Keratoprosthesis in Severe Ocular Trauma: Functional and Anatomical Results after One Year. *J Ophthalmol.* 2015;2015:163675.
32. Lee DS, Heo JW, Choi HJ, Kim MK, Wee WR, Oh JY. Combined corneal allotransplantation and vitreoretinal surgery using an Eckardt temporary keratoprosthesis: analysis for factors determining corneal allograft survival. *Clin Ophthalmol.* 2014;8:449-54.
33. Belin MW, Bouchard CS, Frantz S, et al.: Topical cyclosporine in high-risk corneal transplants. *Ophthalmology* 1989;96:1144-50.
34. Belin MW, Bouchard CS, Frantz S, et al.: Topical cyclosporine in high-risk corneal transplants. *Ophthalmology* 1989;96:1144-50.