

BÖLÜM 7

KERATOPLASTİ ENDİKASYONLARI VE TEKNİKLERİ

Hafize Gökben ULUTAŞ¹

GİRİŞ

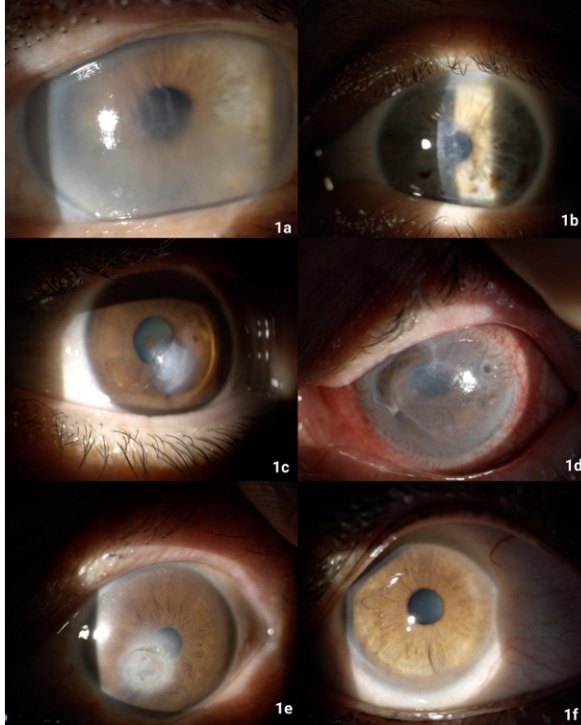
Kornea hastalıkları dünyada körlük nedenlerinin arasında 5. sırada yer almaktadır. (1) Korneanın saydamlığını yitirdiği ve yapısının bozulduğu durumlarda, sağlıklı bir donör kornea ile değiştirildiği doku nakline keratoplasti denir. Günümüzde uygulanan farklı kornea nakli teknikleri yüzyıllar boyunca süregelen deneyim ile geliştirilmiştir. 1789 yılında kesif bir korneanın şeffaf cam bir materyal ile değiştirilmesini öneren ilk cerrah Pellier de Quengsy'dir. 1813 yılında hayvandan hayvana kornea nakli Karl Himley tarafından öne sürülmüş ve Franz Reisinger tarafından başarısız bir şekilde denenmiştir. 1824'te Reisinger opak insan korneasını saydam hayvan korneası ile değiştirerek keratoplasti terimini önermiştir. 1886'da Arthur Von Hippel lameller doku defekti olan insan korneası yerine tam kat tavşan korneası nakletmiştir. Edward Konrad Zirm insanlar üzerinde ilk başarılı keratoplasti ameliyatına 1905 yılında enükle edilmiş gözden alınan donör kornea dokusu ile yapmıştır. Kadavradan donör kullanan Filatov göz bankacılığı fikrini ortaya atmış, 1944 yılında ilk modern göz bankası Paton tarafından New York'ta kurulmuştur. (2-5) Ülkemizde ilk göz bankası Ankara Üniversitesinde 1957 yılında kurulmuştur. 2021 yılı itibarıyla ülkemizde 43 göz bankası bulunmaktadır. 2021 yılında toplamda 3001 kornea nakli yapılmış 102'si merkezimizde gerçekleştirilmiştir.

Keratoplasti Endikasyonları

Korneanın saydamlığını yitirdiği, görme aksının kapandığı durumlarda görme keskinliğini artırmak için optik amaçlı keratoplasti yapılır. En sık keratoplasti uygulama endikasyonu optik amaçlıdır. Glob bütünlüğünün bozulduğu korneal incelme, perforasyon veya desmatosel gibi durumlarda tektonik amaçlı, medikal tedaviye cevap vermeyen inatçı enfeksiyonlarda teropötik amaçlı ve görme beklentisi olmayan hastalarda korneanın görünümünü düzeltmek için kozmetik amaçlı keratoplasti yapılır. (6)

¹ Op. Dr. Bursa Yüksek İhtisas Eğitim Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları drgokbenbilek@yahoo.com

Endikasyonlar arasında kornea ektazileri, distrofileri ve dejenerasyonları, konjenital korneal opasiteler, kornea enfeksiyonları, korneal skarlar, korneal erime, travma ve kornea dekompanasyonu (büllöz keratopati) gibi korneanın saydamlığını bozan hastalıklar sayılabilir. (Resim 1)



Resim 1a: pseudofakik büllöz keratopati, 1b: korneal distrofi, 1c: korneal hidrops sekeli, 1d: korneal erime, 1e: korneal enfeksiyon sonrası erime, 1f: keratoknus

Donör Kornea Dokusu Seçimi

Alıcıya hastalık geçişini önlemek için donörün ölüm nedeni bilinmeli ve test sonuçları değerlendirilmelidir. Korneal transplantasyon sonrası alıcıya geçişi literatürde gösterilmiş viral enfeksiyonlar kuduz, Creutzfeldt Jakob ve Hepatit B' dir. Geçmesi muhtemel enfeksiyonlar HIV, EBV, CMV, HSV ve adenovirüsdür. Donörden alıcıya geçişi gösterilen malignite retinoblastomdur. Septisemi (bakteriyel, fungal, viral) kornea nakli için kontrendikasyondur. Donörün aktif enfeksiyonu, aktif malignite olması, intraoküler tümörler, oküler enfeksiyonlar, oküler yüzey bozuklukları, geçirilmiş göz içi cerrahiler ve korneal refraktif cerrahiler kornea nakli için kontrendikasyondur. Donör yaşı kornea nakli için direkt kontraendikasyon değildir. Donör kornea dokusunun sağlıklı olması cerrahi başarıyı etkile-

yen önemli bir faktördür. Biomikroskopik değerlendirmede saydam olan kornea dokusu spekül mikroskobik olarak değerlendirilir. Milimetrekarede 1500'den az hücre sayısı, anormal hücrelerin varlığı, gutta varlığı ve plemorfizmin ve polimegatizmin fazla olması nakil için kontrendikedir. (7)

Ölümden sonra ilk 6 saatte kornea dokusu alınmalıdır. Alınan kornea dokusu uygun saklama solüsyonunda 7-10 gün süresince 2-6 °C'de saklanabilir.

Keratoplasti Teknikleri

Saydam kornea dokusu 5 tabakadan oluşur. Dıştan içe doğru kornea epiteli, Bowman tabakası, Stroma, Desme membranı ve kornea endotel tabakası mevcuttur. Penetran keratoplasti korneanın tam kat olarak çıkarılması ve donör doku ile değiştirilmesidir. Son yıllarda gelişen teknoloji ile giderek artan bir şekilde penetran keratoplastinin yerini lameller keratoplastiler almaya başlamıştır. Lameller keratoplasti ile korneanın hastalıklı olan dokusunun çıkarılarak daha az invaziv bir şekilde doku nakli yapılabilmektedir.

Penetran Keratoplasti

Penetran keratoplasti korneanın tüm katlarının etkilendiği hastalıklarda endikedir. Keratokonusta korneal hidrops, travma ve şiddetli enfeksiyon sonrası gelişen derin stromal skarlarda, medikal tedaviye cevap vermeyen derin fungal keraritetlerin tedavisinde penetran keratoplasti yapılabilir. Ayrıca lameller keratoplasti endikasyonu olan tüm hastalara penetran keratoplasti uygulanabilir. (8)

Hastaların tam oftalmolojik muayenelerinin ardından sistemik değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Anestezi yöntemi olarak subtenon, peribulber, retrobulber anestezi tercih edilebilir. Ancak suprakoroidal hemoroji riskininin daha az olduğu genel anestezinin, uyum problemi olan riskli hastalarda uygulanması tercih edilmelidir. (9)

Alıcı kornea yatağını oluşturma işlemine trepanizasyon denir. Trepanizasyon öncesi kornea santrali bir pergel yardımı ile belirlenir ve işaretlenir. 8 veya 16 adet işaret bulunan mürekkepli radyal işaretleyicinin santrali kornea santrale hizalanıp sütürün geçeceği çizgiler belirlenir. Trepan bıçağının boyutundan 0.25 mm büyük boyutta punch bıçak ile donör kornea hazırlandıktan sonra trepanizasyon gerçekleştirilir. Donör kornea alıcı yatağa saat 12, 6, 9 ve 3 hizasında 4 adet kardinal sütür ile sabitlenir. Monofilament özellikli, doku ile uyumlu, inflamasyonu tetiklemeyen 10.0 nylon sütür kullanılır. Donör korneanın %90 kalınlığından geçen sütür ile, alıcı korneal yatağın Bowman tabakası ile donör kornea Bowman tabakası karşı karşıya getirilmelidir. Alıcı ve donör kornea kalınlıklarının farklı olduğu durumlarda yara yerinin stabilitesi için bu hizalamaya dikkat edilmelidir.

Ön kamaradan sızdırmazlığı sağlamak için en az 16 adet tek sütür atılmalıdır. Hastalığın durumuna göre 24 veya 32 adet tek sütür atılabilir. Cerrahın deneyimine ve tercihinə göre sürekli veya kombine sütür teknikleri kullanılabilir. (10)

Hastaların postoperatif takiplerinde erken dönemde daha yoğun olmak üzere, topikal antibiotik ve steroidli damlalar kullanılır. Keratoplasti sonrası enfeksiyonları önlemek için riskli hastalarda (travma, oküler cerrahi geçirmiş) preoperatif antibiotik kullanılabilir. Herpetik göz hastalığı geçiren olgularda preoperatif antiviral tedaviye (asiklovir veya valosiklovir) ameliyattan önce başlanmalı ve sonrasında devam edilmelidir. (11)

Penetran keratoplasti sonrası ilk günlerde, enfeksiyon, göz içi basıncı artışı, aköz sızıntısı, ön kamarada reaksiyon ve epitel defekti gibi komplikasyonlar görülebilir. Postoperatif ilk 3 ay greft için kritik dönemdir. Epitelyal ve endotelial greft reddi, kistoid makula ödemi astigmatizma gibi komplikasyonlar görülür. Greft reddi transplant başarısızlığının ana nedenlerinden biridir. Ameliyat esnasında donör endotel hücrelerinde %30-40 kayıp olur. Ameliyat sonrasında donör endotel hücrelerinin ilerleyici kaybı glokom ve transplant reddi gibi faktörlerle ilişkilenebilir. Endotel yetmezliği sonucu stromal ödem ve görme keskinliğinde azalma olur. Transplant başarısızlığında bir diğer faktör primer hastalığın nüksüdür. Herpes ve fungal keratitlerinde daha sık, korneal distrofilere yaygın olarak görülürken, keratokonus hastalarında daha nadir görülmektedir. (2, 12)

Ameliyat sonrası görsel prognozu etkileyen önemli komplikasyonlardan biri astigmatizmadır. Alıcı, donör ve cerrahi teknikle ilgili çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir. Düzenli trepanizasyon ve greft hazırlığı, uygun derinlikte ve gerginlikte sütürasyon ile astigmatizma minimize edilebilir. Gözlükler ve kontakt lensler ile beklenen görsel sonuçları sağlanmadığında, astigmatik keratotomi, kompresyon dikişleri, torik göz içi lens yerleştirme ve lazer prosedürlerini içeren çeşitli cerrahi teknikler düşünülebilir.

Ön Lameller Keratoplasti

- a. Yüzeysel ön lameller keratoplasti
- b. Otomatize lameller terapötik keratoplasti
- c. Derin ön lameller keratoplasti

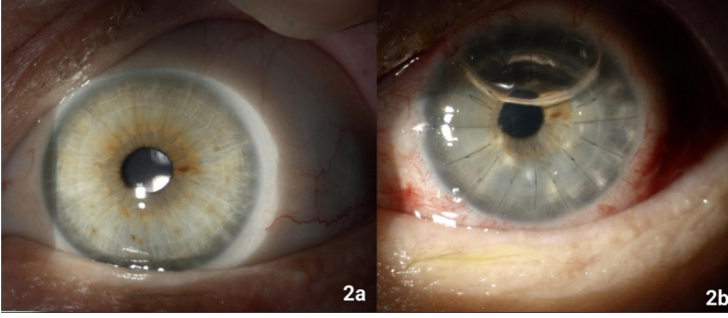
Endotel ve desme membranının sağlıklı olduğu, stromanın saydamlığını yitirdiği, korneanın %80-90 ön kısmında olan patolojilerde endikedir. Lameller keratoplastinin günümüzde en sık tercih edilen ve altın standart olan derin ön lamellar keratoplastidir (DALK). Anterior lameller keratoplasti cerrahisinin en büyük avantajı, sağlıklı endotelin kalması ve endotelial greft reddinin ortadan kalkması sonucu greft yetmezliği gelişmemesidir. Kapalı bir cerrahi olduğu için

penetran keratoplasitiye göre suprakoridal hemoraji ve enfeksiyon riski düşüktür. Psotoperatif iyileşme süreci ve ilaç kullanım süresi daha kısadır. (2) Ön lameller keratoplastinin penetran keratoplastiye olan üstünlüklerine rağmen cerrahinin öğrenme eğrisinin yüksek olması ve manuel yöntemlerle Desme membran ayrılması nedeniyle yaygın olarak kullanılması zaman almıştır. Barraquer 1950'lerde manuel diseksiyon ile derin anterior lameller keratoplasti girişiminde bulundu, ancak stromal skarlaşma ve ara yüz düzensizliklerinden dolayı sonuçlar başarısızdı. Archila 1984'te intrastromal hava enjeksiyonu ile tekniğini kullandı ve teknikler 1990'larda gelişmeye devam etti. (13) Anwar ve Teichmann tarafından 2002 de tanımlanan derin stroma hava enjeksiyonu ile Desme zarının stromadan ayıran 'Büyük hava kabarcığı' tekniği geliştirildi. Tam kat olmayan trepanizasyondan sonra, kornea stromasına derin ve aşağı eğimli olarak bir iğne ile hava enjekte edilip desme ile stroma arasında büyük bir hava kabarcığı oluşturulur. Ön lameller keratektomi sonrasında hava kabarcığında küçük bir delik açılıp kalan stromal tabakalar spatul ile kaldırılır ve eksize edilir. Cerrahi esnasında desme membranının da gelişen mikroporasyonlar korneanın dörtte birinden küçük ise dikkatli bir şekilde cerrahiye devam edilmelidir. Perforasyondan uzaktaki bölgeden diseksiyon veya flep çıkarılmasını bitirirken ön kamaraya sürekli hava enjeksiyonu ile hala gerçekleştirilebilir. Desme yırtıklarının uzamasını önlemek için mikroporasyon bölgesinin diseksiyonu sona bırakılmalıdır. Donör doku her zamanki gibi sutüre edilir. Kısmen yırtılmış DM'nin donör korneaya yapışmasını sağlamak için ön kamaraya hava veya gaz enjekte edilir. (14)

Son 20 yılda, her biri Desme ve endoteli açığa çıkarmayı veya görsel iyileşmeyi optimize etmek için mümkün olduğunca az stroma bırakmayı amaçlayan birkaç DALK tekniği tanımlanmıştır. (15) 2013 yılında Dua tarafından tanımlanan Desme membranı ve stroma arasındaki Dua tabakası tanımlanmış ve büyük hava kabarcığı tekniği daha geliştirmiştir. (16) DALK, alıcı ile greft arasında iyi bir optik arayüzü oluşturmak için farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Desme membranı ile birlikte az miktarda posterior stromanın bozulmadan bırakıldığı pre-Desmetik ve DM'ye kadar diseksiyonun sağlandığı Desmetik DALK olarak sınıflandırılmıştır. Bu diseksiyonları gerçekleştirmek için büyük kabarcık tekniği, intrastromal hava enjeksiyonu, Melles tekniği, hidrodelenasyon, viskodiseksiyon, femtosaniye lazer destekli lameller diseksiyon gibi çeşitli teknikler kullanılmıştır. (17)

Korneal ektaziler ve kornea distrofileri lameller keratoplastinin en sık endikasyonlarıdır. (Resim 2) Akut hidrops sonrası korneal skarı olan keratokonus hastalarında santral Desme membranında hasar olacağından lameller keratoplastiye uygun olmayabilirler. Limbal kök hücre yetmezliği ile birlikte olan oküler yüzey

hastalıklarında limbal kök hücre nakli ile birlikte yapılan lameller keratoplasti sonuçlarının başarılı olduğu gösterilmiştir. Alıcı endotelin yerinde kalması kronik enflamasyonlu gözlerde rejeksiyon riskini de azaltır. Stromal enfeksiyonlarda enfeksiyonu kontrol altına almak için lameller keratoplasti yapılabilir. (18)

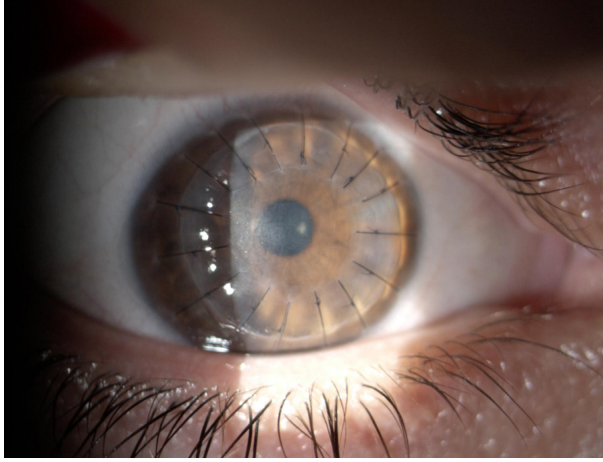


Resim 2a: ileri evre keratokonus, **2b:** DALK cerrahisi sonrası postoperatif 1. gün

Postoperatif iyileşme süresi penetran keratoplastiye göre daha kısadır. İlaç kullanım süresi daha kısa ve sütür alım zamanı daha erkendir.

Postoperatif ilk günlerde Desme membranında mikroperforasyon varsa çift ön kamara görülebilir. Biomikroskopide donör stroma ve konak DM arasında belirgin bir boşluk olduğunu gösterir. Çok küçük, periferik odacıklar 1-2 hafta sonra kendiliğinden düzelebilir ancak daha büyük çift ön kamarada, ön kamaraya hava enjeksiyonu gerekir. (17)

Anterior lameller keratoplastinin teknik olarak zor olması, öğrenme eğrisinin yüksek olması dezavantajdır. Lameller diseksiyon ile yapılan tekniklerde rezidü stroma dokusunun kalması ara yüz problemlerine ve görme keskinliğinde düşüklüğe sebep olur. (Resim 3) Postoperatif astigmatizma açısından penetran keratoplastiye üstünlüğü yoktur. (19)



Resim 3a: Lameller diseksiyon ile DALK cerrahisi sonrası rezidü stroma dokusu

Arka Lameller keratoplasti

Korneanın en içte bulunan endotel tabakasındaki hücreler arasında bulunan sıkı bağlantılar ve Na⁺/K⁺ ATPaz tarafından sıvının stromaya girişi sınırlanır.. Korneanın hidrasyonunu dengede tutan endotel hücreleri kornea şeffaflığı için çok önemli olan düzenli kolajen dizilimini korur. Endotel hücre yoğunluğu azaldığında, hücreler arasındaki sıkı bağlantıların kaybı, stromaya daha fazla sıvının girmesine izin verir. Doğumda 5000-6000 hücre/mm² olan kornea endotel hücre sayısı yıllık ortalama %0.6 azalma ile, yetişkin dönemde 2500-3000 hücre/mm²'ye düşer. Endotel hücre sayısı 700 hücre/mm²'nin altına indiğinde klinik olarak kornea ödemi gelişir. (20) Fuchs endotelyal distrofisi, psudofakik büllöz keratopati, iridokorneal endotelyal sendrom ve toksik ön segment sendromu arka lameller keratoplastinin en sık endikasyonlarıdır. (21) (Resim 4,5) Endotel bozukluklarına bağlı keratoplasti ihtiyacı tüm kornea greftlerinin üçte birinden fazlasını oluşturmaktadır.

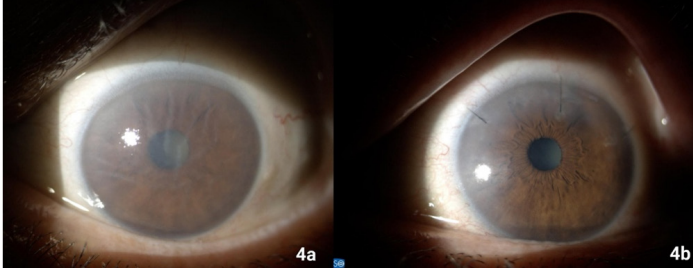
Desme membran endotelyal keratoplasti

Desme membranı endotelyal keratoplasti (DMEK) 2002 yılında ilk olarak uygulanmıştır. Tekniği kolaylaştırmak ve daha ucuz hale getirmek için günümüze kadar geliştirilmiştir.(22) Endotelyal keratoplasti daha iyi görsel iyileşme, küçük insizyon ve düşük red oranları nedeniyle penetran keratoplastiye tercih edilmektedir. DMEK cerrahisinin zorluğu greftin hazırlanmasındaki güçlükler ve cerrahinin öğrenme eğrisinin yüksek olmasıdır. Greft soyma işleminde çeşitli teknikler tarif edilmiştir. Öncelikle trabeküler ağın iç kısmından bir bıçak veya Sinskey kul-

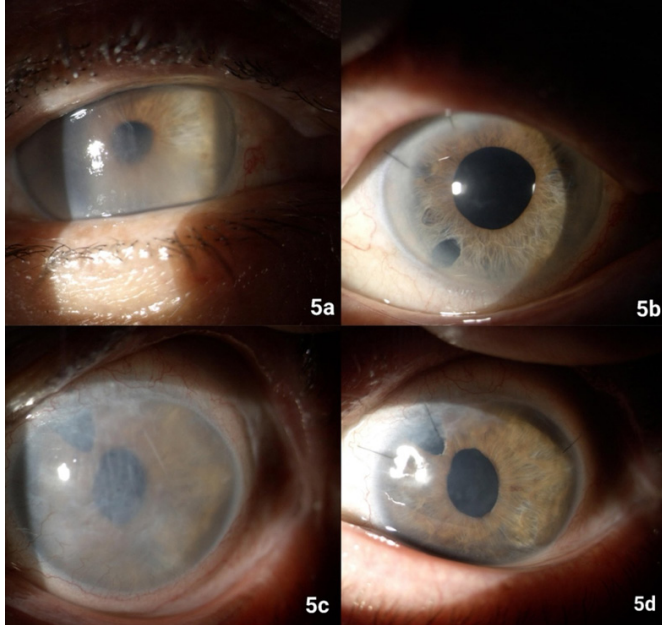
lanılarak Desme membranının periferik kısmı kaldırılır. Daha sonra düzenli bir kesi oluşturmak için 8.0 mm trepan ile greft yüzeyel olarak kesilir. Forceps ile DM soyma işlemine devam edilir. Greftin ön kamarada görünmesini sağlamak için tripan mavisi ile boyanır. Greft tamamen soyulduğunda endotel yüzü dışarıya bakacak şekilde rulo haline gelir. (23) Alıcı yatağın hazırlığı için korneal yan girişler oluşturulur. Desme membranı-endotel kompleksini soyma ve uzaklaştırma işlemine desmetoreksis denir. Korneanın epitel yüzünden desmatoreksis büyüklüğü için işaretleme yapılır. Korneal yan girişler sonrasında cerrahın tercihine göre ön kamaraya hava veya koheziv viskoelastik verilir. İşaretleme yapılan bölgeden ters Sinskey ile sirküler bir ayrılma sağlandıktan sonra DM periferden kaldırılır. Sinskey ucu stromaya zarar vermeyecek şekilde Desme yüzünden flep tutularak ayrılır. Korneal kesi oluşturulur. Greft bir cam tüpe veya göz içi lens implantasyon kartuşlarına yerleştirilerek ön kamaraya verilir. Greftin ön kamara dışına kaçmasını önlemek için korneal insizyona sütür atılır. Greftin endotel yüzü ön kamaraya gelecek şekilde açılır. Greft açma esnasında kornea sığlaştırılır. Kanül yardımı ile korneanın üzerine vurarak, endotel altında ön kamaraya sıvı veya hava vererek greftin açılması sağlanır. Greft açıldıktan sonra stroma ve DM yapışması için greft altına hava veya gaz (%20'lik SF6) verilir. (24) Greftin ön kamarada doğru yönde açıldığından emin olmak için farklı teknikler kullanılmaktadır. Greftin DM yüzüne S veya F harfi koyarak veya greft periferinde çentik oluşturularak yönü belirlenebilir. Ameliyat sonrası hastanın sırt üstü yatması istenir. Postoperatif dönemde antibiotik ve steroid damlalar kullanılır. Erken dönemde pupiller bloğa bağlı göz içi basıncı yükselebilir. Bunu önlemek için cerrahi esnasında periferik iridotomi yapılabilir. Greft ayrılması postoperatif en sık görülen komplikasyonlardandır. Ön kamaraya tekrar hava veya gaz verilerek greftin yapışması sağlanır. Greft yetmezliği, greftin total dekolmanı, kistoid makula ödemi gibi komplikasyonlarda nadiren görülebilmektedir.

Desme soymalı otomatize endotelial keratoplasti

Desme soymalı otomatize endotelial keratoplastisi (DSAEK)'de alıcı kornea dokusunun hastalıklı DM-endotel kompleksi, sağlıklı DM-endotel kompleksi ile beraber ince bir stroma parçası ile değiştirilir. Yaklaşık 50 ila 150 mikron kalınlığında donör nakledilir. Donör kornea hazırlanması için oluşturulmuş yapay ön kamara platformuna yerleştirilen korneadan otomatize mikrokeratom yardımı ile lentikül oluşturulur. DSAEK sonrası en sık görülen komplikasyon greft ayrılmasıdır. Ön kamaraya tekrar hava vererek greft yapışması sağlanır. Greft kalınlığının ile doğrudan ilintili olan hipermetropi ve yüksek sıralı aberasyonların artması da DSAEK sonrası görülen komplikasyonlardandır. (25)



Resim 4a: Fuchs endotelial distrofi nedeniyle DMEK cerrahisi geçiren hastasının preoperatif ve postoperatif 1. ay ön segment fotoğrafları



Resim 5: pseudofakik büllöz keratopati nedeniyle DMEK cerrahisi geçiren hastalarının preoperatif ve postoperatif 1. ay görüntüleri

Predesmetik endotelial keratoplasti

2013 yılında, Desme membranının önünde asellüler yapıdaki Dua tabakasının tanımlanması ile DALK cerrahisinde geliştirilen büyük hava kabarcığı tekniği arka lameller keratoplasti için de gündeme gelmiştir. 2013 yılında grefte uygulanan tip 1 büyük hava kabarcığı tekniği ile elde edilen DM endotel kompleksine Dua tabakası da eklenmiş ve predesmetik endotelial keratoplasti yapılmıştır. Dua tabakasının sağlam ve daha sert bir yapıya sahip olması nedeniyle DMEK cerrahisine avantajı greftin daha dayanıklı olması ve grefti açmanın daha kolay olmasıdır. Greft hazırlığı DMEK cerrahisine göre daha zordur. Genç greftlerde tercih edilebilir. (26)

KAYNAKLAR

1. Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017;5(12):e1221-e34.
 2. Maghsoudlou P, Sood G, Akhondi H. *Cornea Transplantation*. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
- Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.; 2021.
3. Moshirfar M, Odayar VS, McCabe SE, et al. Corneal Donation: Current Guidelines and Future Direction. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:2963-73.
 4. Boynton GE, Woodward MA. Evolving Techniques in Corneal Transplantation. *Curr Surg Rep*. 2015;3(2).
 5. Singh NP, Said DG, Dua HS. Lamellar keratoplasty techniques. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(9):1239-50.
 6. Singh R, Gupta N, Vanathi M, et al. Corneal transplantation in the modern era. *Indian J Med Res*. 2019;150(1):7-22.
 7. Borderie VM. Donor selection, retrieval and preparation of donor tissue. Donor selection. *Dev Ophthalmol*. 2009;43:22-30.
 8. Tan DT, Dart JK, Holland EJ, et al. Corneal transplantation. *Lancet*. 2012;379(9827):1749-61.
 9. Ingraham HJ, Donnenfeld ED, Perry HD. Massive suprachoroidal hemorrhage in penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 1989;108(6):670-5.
 10. E. Ş. Penetran keratoplasti sütürasyon teknikleri ve ameliyat esnasında gelişen komplikasyonlar. *Türkiye Klinikleri*. 2021;2021.19-24. .
 11. Goldblum D, Bachmann C, Tappeiner C, et al. Comparison of oral antiviral therapy with valacyclovir or acyclovir after penetrating keratoplasty for herpetic keratitis. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(9):1201-5.
 12. Mahabadi N, Czyz CN, Tariq M, et al. Corneal Graft Rejection. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
- Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.; 2021.
13. Sarnicola E, Sarnicola C, Cheung AY, et al. Surgical Corneal Anatomy in Deep Anterior Lamellar Keratoplasty: Suggestion of New Acronyms. *Cornea*. 2019;38(4):515-22.

14. Fogla R, Padmanabhan P. Results of deep lamellar keratoplasty using the big-bubble technique in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2006;141(2):254-9.
15. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(3):398-403.
16. Dua HS, Faraj LA, Said DG, et al. Human corneal anatomy redefined: a novel pre-Descemet's layer (Dua's layer). *Ophthalmology.* 2013;120(9):1778-85.
17. Nanavaty MA, Vijjan KS, et al. Deep anterior lamellar keratoplasty: A surgeon's guide. *J Curr Ophthalmol.* 2018;30(4):297-310.
18. Shimmura S, Tsubota K. Deep anterior lamellar keratoplasty. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17(4):349-55.
19. Reinhart WJ, Musch DC, Jacobs DS, et al. Deep anterior lamellar keratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty a report by the american academy of ophthalmology. *Ophthalmology.* 2011;118(1):209-18.
20. Edelhauser HF. The balance between corneal transparency and edema: the Proctor Lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(5):1754-67.
21. Güell JL, El Husseiny MA, Manero F, et al. Historical Review and Update of Surgical Treatment for Corneal Endothelial Diseases. *Ophthalmol Ther.* 2014;3(1-2):1-15.
22. Gerber-Hollbach N, Parker J, Baydoun L, et al. Preliminary outcome of hemi-Descemet membrane endothelial keratoplasty for Fuchs endothelial dystrophy. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(11):1564-8.
23. Kruse FE, Schrehardt US, Tourtas T. Optimizing outcomes with Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Curr Opin Ophthalmol.* 2014;25(4):325-34.
24. Tourtas T, Schlomberg J, Wessel JM, et al. Graft adhesion in descemet membrane endothelial keratoplasty dependent on size of removal of host's descemet membrane. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132(2):155-61.
25. Stuart AJ, Romano V, Virgili G, et al. Descemet's membrane endothelial keratoplasty (DMEK) versus Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK) for corneal endothelial failure. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;6(6):Cd012097.
26. Agarwal A, Dua HS, Narang P, et al. Pre-Descemet's endothelial keratoplasty (PDEK). *Br J Ophthalmol.* 2014;98(9):1181-5.