

Kornea Nakli

Nilüfer ALPARSLAN

Istanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı ve İstanbul Tıp Fakültesi Lions Göz Bankası, İstanbul

Kornea Nakli ve Göz Bankası Tarihçesi

Kesifleşmiş bir korneanın değiştirilmesi ve onun yerine cam takılması fikri ilk kez 1789 De Quengsy tarafından ortaya atılmıştır. Kesif korneanın saydam bir kornea ile değiştirilmesi fikrini ise 1813 te Karl Himly öne sürmüştür ve bu kornea nakli işlem için "Keratoplasti" terimi de 1849 da Frank Reisinger tarafından kullanılmıştır. İnsana ilk lamellar keratoplasti 1844 de gerçekleştirildi ve Richard Sharp KISSAM domuz korneasını insana transplante etmiştir ancak bir ay sonra bu greft kesifleşmiştir. Daha sonraki yıllarda da çeşitli heterogreftler denenmiştir. Homogreft ise ilk kez 1886 da Arthur Von Hippel tarafından lameller keratoplasti olarak uygulanmıştır. 1905 te Eduard Konrad ZIRM homogrefti kullanarak ilk başarılı penetran (tam kat) keratoplastiyi yapmıştır. Verici sklera yaralanması nedeni ile gözü enükle edilmiş bir çocuk, alıcı ise kimyasal yanık nedeni ile korneası kesifleşmiş bir erişkindi. Daha sonraki 30 yıl boyunca keratoplasti girişimlerinde yaşayan vericilerin enükle edilmiş gözlerinden alınan kornealar kullanıldı.^{1,2}

1937 de Vladamir Filatov Rusya da kornea naklinde verici olarak ilk kez kadavrayı kullanmıştır. Yayınladığı serisinde ölümden sonra birkaç saat içinde glob enükle edilmiş ve nakilden önce 4 derecede 20-56 saat saklanmıştır.³

Gerek oftalmolojide cerrahi tekniklerin gelişmesi gerekse 1930 ve 1940larda kortikosteroidlerin ve antibiyotiklerin kullanılmaya başlanması kornea nakli sonuçlarını olumlu yönden etkilemiş ve kornea naklinin daha yaygın uygulanmasına yol açmıştır. Ancak doku kaynağının kadavra olmasına rağmen yeterli sayıda doku bulunamaması problem olmaya başlamıştır. Verici kornea temini sorunu çözmek için Amerikada 1944 te Townley Paton tarafından Avrupada ise Fransa da 1948 de ilk göz bankaları kurulmuştur.^{1,2}

Göz bankacılığı açısından önemli bir gelişme de korneanın 48 saatten daha fazla saklanılmasına imkan veren saklama yöntemlerinin geliştirilmesidir. Kadavradan alınan globlar 4 derecede en fazla 48 saat kadar saklanabiliyordu. Bu süre dokunun incelenmesi ve dağıtılması için süre yeterli olmuyor ve kornea naklinin acil olarak uygulanması gerekiyordu. Kornea 1973 de organ kültürü yöntemi ile ve 1974 de de McCarey-Kaufman (MK) solüsyonunda saklanmaya başlandı ve 48 saatten daha uzun süre saklamaya imkan veren bu kornea saklama

teknikleri keratoplastiyi ne zaman doku bulunursa yapılan değil de programlanmış bir girişim haline getirdi.^{1,2,4,5}

Vericideki hastalığın alıcıya bulaştığını ve dokunun kontaminasyonu sonucu alıcı gözde enfeksiyonları bildiren ilk yayınların 1970 lerde ortaya çıkması ile doku kalitesinin önemi anlaşıldı.⁶⁻¹⁰

Hasta seçimi ve seçime uygun cerrahi öncesi ve sonrası ilave tıbbi hazırlık ve tedavilerin geliştirilmesi kornea nakli başarısını olumlu yönde etkilemiştir. Teknolojik gelişmeler 1970 lerdan sonra kornea naklinin çok daha mükemmel uygulanabilmesini sağlamıştır. Bu gelişmeler arasında ameliyat mikroskopunun ve mikrocerrahi aletlerinin oftalmolojiye girmesi ve atravmatik iğne ve sütürlerin geliştirilmesi yer almaktadır.

Kornea Nakli ve Göz Bankasının Türkiyedeki Tarihçesi ve Yasal Düzenlemesi

Türkiye de ilk kornea nakli İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesinde Prof. Dr. Joseph Igersheimer tarafından gerçekleştirilmiştir ve Türkiyede bulunduğu 1935 ve 1939 yılları arasında 34 kornea nakli yapmıştır. 1940 lı yıllarda İstanbul Tıp Fakültesinde Prof. Dr. Naci Bengisu ve Prof. Dr. Nuri Fehmi Ayberk kadavradan penetran keratoplasti yapmaya devam etmişlerdir.^{11,12}

Türkiyede ilk göz bankası kurulması girişimi Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinde Prof. Dr. Cahit Örgen tarafından yapıldı. Göz Bankası Derneği adını alan bu göz bankası aracılığı ile yaklaşık 10 yılda 432 kornea nakli gerçekleştirildi.¹³

Kornea dokusunun kadavradan alınmasına hukuki zemini sağlayan yasa 1979 da çıkarılmıştır. 2238 nolu 'Organ ve Doku Alınması, Aşılması ve Nakli Hakkında Kanun'da yer alan 'Aksine bir vasiyet veya beyan yoksa, kornea gibi ceset üzerinde bir değişiklik yapmayan dokular alınabilir.' cümlesi ile kornea alımı düzenlenmiştir. Bu cümle ile kornea dokusunun (kornea skleral doku) alımına kolaylık getirilmiş hem de bu işlem için yasal düzenleme oluşturulmuştur.¹⁴ Ancak globun bütünü için alımı için organların alımı için gerekli bağış prosedürü uygulanması zorunludur. 2000 yılında çıkan 24066 sayılı Organ ve Doku Nakli Yönetmeliği ve 2001 yılında çıkan 1832 sayılı Göz Bankası ve Kornea Nakli Merkezleri Yönergesi ile göz bankalarının kurulması, işleyişi, denetlenmesi düzenlenmiştir. 1.1.2005 tarihinden itibaren

ren de faaliyetlerini T. C. Sağlık Bakanlığının onayladığı göz bankalarının dışında korneanın kadavradan alınması yasaklanmıştır.^{15,16} Bakanlık onayı ile Türkiye'nin çeşitli şehirlerinde açılmış 17 göz bankası faaliyet göstermektedir (Tablo 1). 2010 yılında Türkiye'de gerçekleştirilen kornea nakli sayısı TC Sağlık Bakanlığı verilerine göre 1553'tür.

Başarılı bir kornea nakli için iyi kalitede bir doku vazgeçilmez bir şarttır. Kornea uygun vericiden alınmazsa alıcıda hem gözünü hem de hayatını tehdit edebilecek kadar vahim sonuçlar gelişebilir. Göz bankasının görevi güvenli ve sağlıklı dokuyu nakil için temin etmektir.

Vericiden kornea alımı kadavradan yapılmakta ve ölümü takip eden 15 saat içinde vericiden kornea alımı işlemi gerçekleştirilir.

Verici Olarak Kabul Edilmeme Kriterleri^{17,18}

1. Nedeni bilinmeyen ölüm
2. Tanısı bilinmeyen nörolojik bir hastalıktan ölüm
3. Creutzfeldt- Jakob hastalığı
4. Subakut sklerozan panensefalit
5. Progresif multifokal lökoensefalopati
6. Konjenital rubella
7. Reye sendromu
8. Aktif viral ensefalitler
9. Aktif septisemi (bakteremi, viremi, fungemi)
10. Aktif bakteriyel ve fungal endokardit
11. Aktif viral hepatit, hepatit C seropozitif, hepatit B Ag pozitif
12. Kuduz
13. Lösemi

14. Lenfoma
15. HIV seropozitif veya HIV risk grubu kişiler (uyuşturucu kullananlar, sık cinsel eş değiştirenler, hemofili hastaları)
16. HTLV 1 ve 2 enfeksiyonu
17. Göz hastalıkları
 - a. Retinoblastom
 - b. Göz de primer veya metastatik tümör
 - c. Aktif oküler yüzey veya göziçi inflamasyonu
 - d. Geçirilmiş kornea cerrahisi ve göziçi ameliyatları
 - e. Kornea hastalıkları

Kornea Saklama Yöntemleri

Halen günümüzde kullanılan çeşitli kornea saklama yöntemleri üç grupta yer almaktadır.

Kısa Süreli Saklama

Korneayı 4 güne kadar saklama imkanı veren yöntemlerdir.

Globun 4C de saklanması: Bu yöntemde globun enükleasyonundan sonra glob nemli kamara diye adlandırılan özel şişelerin içine yerleştirilip buzdolabında 48 saate kadar saklanabilir. Bu yöntem bugün globun enükle edildiği durumlarda gözbankasında korneanın eksiz edilmesine kadar ki sürede saklama yöntemi olarak kullanılmaktadır.

1973 te geliştirilen MK saklama solüsyonu korneanın + 4 C de 4 gün saklanmasına imkan sağlamıştır. Daha sonra geliştirilen saklama solüsyonları ile daha uzun süre saklama imkanı ortaya çıktığından M-K solüsyonu eskisi kadar yaygın kullanılmamaktadır.⁴

Tablo 1: Türkiye Sağlık Bakanlığı onayı ile faaliyet gösteren bankalar

1	Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara "Uluslararası Ankara Göz Bankası"
2	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göz Bankası, İstanbul
3	İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul "İstanbul Tıp Fakültesi Lions Göz Bankası"
4	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Bankası, Antalya
5	Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Bankası, İstanbul
6	Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Bankası, İstanbul
7	Elazığ Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Bankası, Elazığ
8	İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Bankası, İzmir
9	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Bankası, Göz Bankası, İzmir
10	GATA Göz Bankası, Göz Bankası, Ankara
11	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Bankası, İzmir
12	Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Bankası, Eskişehir
13	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Bankası, Ankara
14	Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Bankası, Manisa
15	Eskişehir Yunus Emre Devlet Hastanesi, Göz Bankası, Eskişehir
16	Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Bankası, Ankara
17	Konya Numune Hastanesi Göz Bankası, Konya

Tablo 2: İstanbul Tıp Fakültesi Lions Göz Bankasından 1996- 2008 yılları arasında keratoplasti için kullanılan 1527 korneanın alıcıların tanılarına göre dağılımı

Tanı	Yüzde
Psödo/afak büllöz keratopati	26.7
Keratokonus	22
Lökem	19
Regreft	9.6
Distrofi	9.1
Travma	6.2
Keratit	5.1
Dejenerasyon	0.9
Diğer hastalıklar	1.4

Orta Süreli Saklama

Bu grupta yer alan saklama solüsyonları ile 7 ile 14 gün arasında korneanın 4 C de saklanması mümkün olmaktadır.

Tüm saklama solüsyonları temel olarak doku kültürü ortamı, dekstran, kondroitin sulfat, pH sabit tutmak için bikarbonat ve Hepses bafırı, antioksidan, aminoasitler ve antibiyotikler içermektedirler.

Uzun Süreli Saklama Yöntemleri

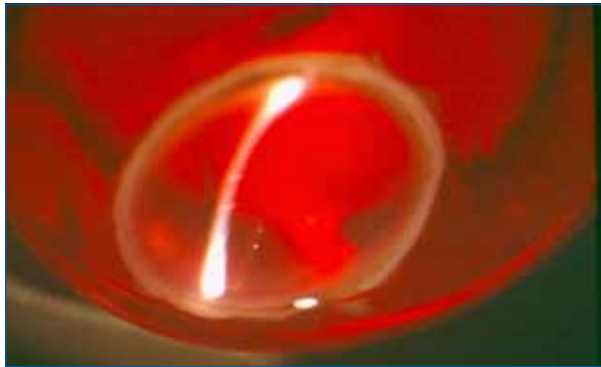
Organ Kültürü Yöntemi

Organ kültürü yönteminde doku 31-34 C de saklanılmaktadır. Bu yöntemde korneayı 3-4 haftaya kadar saklamak mümkün olmaktadır.⁵

Türkiyedeki göz bankalarında kullanılan saklama yöntemi 4C de orta süreli saklama solüsyonu ile korneaların saklanmasıdır (Resim 1)

Keratoplasti Endikasyonları

- Keratoplasti kornea hastalıklarından kaynaklanan görme kayıplarının cerrahi olarak tedavisi için uygun olarak uygulanan bir doku nakli girişimidir. Kan naklinden sonra en sık gerçekleştirilen doku naklidir. Keratoplasti endikasyonları 4 ana başlıkta toplanabilir



Resim 1: Saklama solüsyonu içinde korneaskleral verici kornea

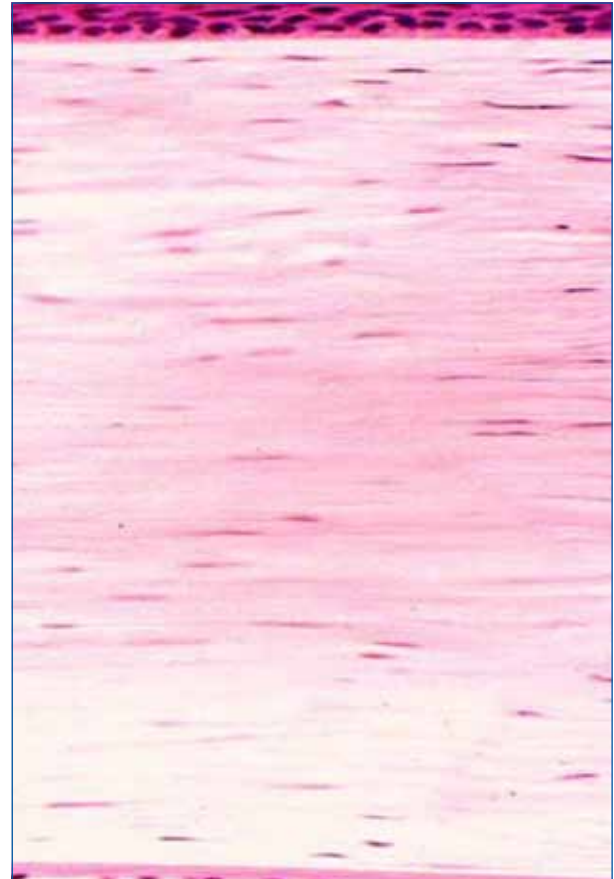
- Optik amaçlı keratoplasti: Bu tür keratoplastilerde hedef görme düzeyini arttırmaktır. Keratoplasti en sık optik amaçlı gerçekleştirilmektedir.
- Tektonik amaçlı keratoplasti: Kornea perforasyonu nedeni ile glob bütünlüğünün kaybolduğu acil durumlarda glob bütünlüğünün tekrar sağlanması için uygulanan keratoplastiler
- Terapötik keratoplasti: Kornea yüzeyindeki aktif bir enfeksiyonun veya enflamasyonun medikal tedavi ile yeterince kontrol altına alınmadığı durumlarda enfekte veya enflame dokunun uzaklaştırılması için yapılan keratoplastiler.
- Kozmetik amaçlı keratoplasti: Görme düzeyinde bir artış beklenmediği halde korneanın bozulmuş görüntüsünün düzeltilmesi amacı ile yapılan keratoplastiler

Bazen uygulanacak bir keratoplasti kararı içinde yukarıda sıralanmış olan birçok amaçta bulunabilir.

İstanbul Tıp Fakültesi Lions Göz Bankası yayınlanmamış verilerine göre bu göz bankasından temin edilen kornealar ile gerçekleştirilen keratoplastilerde alıcılardaki tanıların dağılımı tablo 2 de görülmektedir.

Keratoplasti Teknikleri

Kornea histolojik olarak epitel, Bowman, stroma, Descemet ve endotel tabakaları olmak üzere toplam 5 tabakadan oluşmaktadır. Kornea merkezde 500 periferinde ise yaklaşık 700 mikron kalınlığındadır (Resim 2).



Resim 2: Korneanın histolojik yapısı

Korneada keratoplasti uygulanmasını gerektiren patolojilerin önemli bir bölümü korneanın belli tabakalarının hastalıklarıdır ve bu tabakalar dışındaki kornea tabakaları ise tamamen sağlıklı olabilir. Bu nedenle sadece patolojinin olduğu tabakanın değiştirilmesi sağlıklı olanın ise korunması ideal bir yaklaşım olacaktır. Örneğin büllöz keratopatide sorun endotel tabakası yetmezliğidir ve bu tabakanın değiştirilmesi ile endotel yetmezliği nedeni ile ödemlenmiş olan stroma tekrar saydamlığına kavuşacaktır. Bir stroma distrofisinde ise patoloji stromada olduğundan sağlıklı endotelin korunarak sadece stroma tabakasının değiştirilmesi keratoplasti cerrahisinin en önemli sorunu olan endotel redlerinin önlenmesi açısından önemlidir. Ancak 2000'li yıllara kadar teknik güçlükler nedeni ile lamellar cerrahide optik sonuçlar yüz güldürücü değildi ve bu nedenle de tüm kornea nakillerinde tam kat (penetran) keratoplasti uygulanması tercih ediliyordu.

Keratoplasti Tipleri

1. Penetran keratoplasti: En yaygın uygulanan tekniktir. Optik olarak lamellar cerrahiye göre üstünlükler taşımaktadır. Lamellar cerrahi de alıcı yüzey ile verici yüzey arasındaki ara yüzey sorunları görme kalitesi üzerine olumsuz etkiler bu teknikte ara yüzey olmadığından bu sorun görülmemektedir. Bu tekniğin uygulanması sırasında gözde açık (open-sky) olarak çalışılması ve endotelde patoloji olmadığı endikasyonlar endoteli de nakledilmesi ile endotel riskinin ortaya çıkması en önemli dezavantajdır.

Ön lamellar keratoplasti: 20. Yüzyılın başından beri dönem dönem uygulanmış ama ara yüzey sorunlarından dolayı yeterli düzeyde görsel başarının elde edilememesi nedeni ile yaygınlaşmamış bir tekniktir. Ancak stromanın Descemet membranı düzeyine kadar uzaklaştırılmasının artık teknik olarak mümkün hale gelmesi ön lamellar keratoplastiyi penetran keratoplasti ile görsel açıdan kıyaslanabilir seviyeye getirmiştir.^{19,22}

2. Çeşitli ön lamellar cerrahi teknikleri içinde "derin ön lamellar keratoplasti" görsel sonuçları itibari ile en başarılı olan tekniktir. Bu teknikte open-sky çalışması nedeni ile cerrahi sırasında penetran keratoplastide çok nadir olarak görülse de ağır görme kaybı

ile sonuçlanabilecek ekspulsif hemoraji riski ortadan kalkmaktadır. Erken cerrahi sonrası enfeksiyon ihtimali düşmekte ve penetran keratoplastinin başarısını düşüren endotel redleri bu teknikte alıcının endoteli korunduğu için görülmemektedir. Redten korunma amaçlı topikal steroid kullanımı süresi kısaltmakta ve topikal steroid kullanımının neden olabileceği glom ve katarakt gibi yan etkiler azalmaktadır.²²

3. Endotel keratoplastisi: Endotel yetmezliğinin nedeni olduğu psödofak büllöz keratopati, Fuchs'endotel distrofisi ve endotel reddi nedeni ile greft yetmezliği gibi kornea patolojileri keratoplasti endikasyonları içinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu olgulara penetran keratoplasti uygulanması ameliyat sonrası önceden ön görülemeyecek oranda yüksek astigmatizma veya sferik kusurlara yol açabilmektedir. Bu refraktif problemler ortaya çıkmaya bile penetran keratoplasti de görsel rehabilitasyon için aylar 6 ay geçmesi gerekmektedir. Penetran keratoplasti tekniği, girişimden yıllar sonra bile globun travmaya karşı direncinin zayıf kalmasına neden olmaktadır. Endotel keratoplastisinin bu üstünlüklerine karşın teknikteki problemler nedeni nakil sırasında nakledilecek endotel tabakada oldukça yoğun endotel kaybı olmakta bu da cerrahinin başarı oranını olumsuz etkileyebilmektedir. Ara yüzey problemlerinden kaynaklanan görme kalitesi ile ilgili sorunlar ve yerleştirilen endotel greftinin sık görülen dislokasyonuna yapılan ilave girişimler bu keratoplasti tekniğinin olumsuz yönlerini oluşturmaktadır.²³⁻²⁶

Femtosaniye Laser Yardımı ile Yapılan Keratoplasti

Femtosaniye laser yardımı ile yapılan keratoplastilerin henüz 5-6 yıllık klinik geçmişleri vardır.^{27,28,29} Yukarıda söz edilen cerrahi tekniklerdeki hem alıcı hem de vericideki dokuların kesilerinin femtosaniye laser ile yapılması hem kesilerin mükemmel olmasına ve kesi konfigürasyonunun kesi ağızlaşmasının daha mükemmel hale getirilecek yeni konfigürasyonlar oluşturmaya imkan sağlamaktadır. Bu da keratoplastinin sorunlarından biri olan yüksek astigmatizmanın kontrol altına alınmasına yardımcı olmaktadır. Femtosaniye ile yapılan lamellar kesilerin yüzeyleri de manüel kesilere göre daha düzgün olduğu için ara yüzey sorunu kısmen kontrol altına alınmaktadır.³⁰



Resim 3: Penetran keratoplasti sonrası saydam greft



Resim 4: Penetran keratoplasti sonrası endotel reddi ve kesif greft

Keratoplasti cerrahisinde son 10 yılda mikrocerrahinin ve laser cerrahisinin katkıları ile kavramlar değişmiş ve sağlıklı anatomik yapıların korunduğu bir yaklaşım ile keratoplasti gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Kaynaklar

- Moffatt SL, Cartwright VA, Stumpf TH: Centennial review of corneal transplantation, *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2005; 33: 642-657
- Laibson PR: History of corneal transplantation. In: McDonnell PJ, McGhee CHJ, Farjo AA, Serdarevic ON; eds. *Corneal Surgery Theory, Technique and Tissue*. 4th ed. Mosby Pr, 2009: 1-7
- Filatov VP. Transplantation of the cornea from preserved cadavers'eyes. *Lancet* 1937; 1: 1395-7.
- McCarty B, Kaufman HE. Improved corneal storage. *Invest Ophthalmol* 1974; 13: 165-73
- Doughman DJ, Harris JE, Schmidt MK. Penetrating keratoplasty using 37°C organ-cultured corneas. *Trans Am Acad Ophthalmol Otol* 1976; 81: 778-93
- Beyut BE, Waltman SR. Cryptococcal endophthalmitis after corneal transplantation. *N Engl J Med* 1978; 298: 825
- Centers for Disease Control. Human-to-human transmission of rabies by a corneal transplant. *Idaho MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1979; 28: 109
- Duffy P, Wolf J, Collins G, et al. Possible person-to-person transmission of Creutzfeldt-Jakob disease. *N Engl J Med*. 1974; 290: 692-693
- Shaw EL, Aquavella JV. Pneumococcal endophthalmitis following grafting of corneal tissue from a (cadaver) kidney donor. *Ann Ophthalmol* 1977; 9: 435
- Khodadoust AA, Franklin RM. Transfer of bacterial infection by donor cornea penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 1979; 87: 130
- Ayberk NF. İki keratoplasti vak'ası münasebetile, *Türk Oftalmoloji Gazetesi* 1941, 3: 405-411
- Bengisu N. Keratoplasti. *Türk Oftalmoloji Gazetesi* 1941, 3: 515-535
- Örgen C. 500 gözde keratoplasti sonuçları. *TOD Ulusal Kongre Kitabı* 1966; 380-9
- 2238 numaralı Organ ve Doku Alınması, Saklanması, Aşılması ve Nakli Hakkında Kanun. *Resmi Gazete* 03. 06. 1979 sayı: 16655
- Sağlık Bakanlığı, Organ ve Doku Nakli Hizmetleri Yönetmeliği. *Resmi Gazete* 01. 06. 2000 sayı: 24066
- Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Göz Bankası ve Kornea Nakil Merkezleri Yönergesi. *Resmi Gazete* 26. 02. 2001 sayı 1832
- European Eye Bank Association. www.Europeaneyebanks.org
- Eye Bank Association of America Medical Advisory Board. *Medical Standards*. Washington DC: Eye Bank Association of America; November 2008
- Anwar M. Technique in lamellar keratoplasty. *Trans Ophthalmol Soc Uk* 1974; 94 163-171
- Melles GRJ, Lander F, Rietveld FJR: A new surgical technique for deep stromal anterior keratoplasty. *Br J Ophthalmol* 1999; 83: 327-333
- Anwar M, Teicman KD: Big - bubble technique to bare Descemet's membrane to anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28; 398-403
- Bahar J, Kaiserman I, Srinivasan S: Comparison of three different techniques of corneal transplantation for keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008; 146: 905-912
- Melles Gr. Posterior lamellar keratoplasty: DLEK to DSEK to DMEK *Cornea* 2006; 25: 879-881
- Price MO, Price FW: Descemet's stripping with endothelial keratoplasty: comparative outcomes with microkeratom-dissected and manually dissected donor tissue. *Ophthalmology* 2006; 113: 1936-1942
- Busin M, Bhatt PR, Scorcia V. A modified technique for Descemet membrane stripping automated endothelial keratoplasty to minimize endothelial cell loss. *Arch Ophthalmol* 2008; 126: 1133-1137
- Ham I, Van der Wees J, Melles GRJ. Causes of primary donor failure in Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 2008; 145: 639-644
- Ignacio TS, Nguyen TB, Chuck RS, Kurtz RM, Sarayba MA: Top-hat wound configuration for penetrating keratoplasty using the femtosecond laser: a laboratory model. *Cornea* 2006; 25: 336-340
- Steinert RF, Ignacio TS, Sarayba MA: Top-hat shaped penetrating keratoplasty using the femtosecond laser. *Am J Ophthalmol* 2007; 143: 689-691
- Holzer MP, Rabsilber TM, Auffarth GU: Penetrating keratoplasty using femtosecond laser. *Am J Ophthalmol* 2007; 143: 524-526.
- Jones YJ, Goins KM, Stutphin JE, Mullins R, Skele JM. Comparison of the femtosecond laser (Intralase) versus manual microkeratome (Moria ALT) in dissection of the donor endothelial keratoplasty (initial study in eye bank eyes) *Cornea* 2008; 27: 88-93