

Keratokonus Tedavisinde Derin Ön Lameller Keratoplasti

Deep Anterior Lamellar Keratoplasty for Treatment of Keratoconus

Banu Torun Acar, Didem Esen, İbrahim Bülent Buttanrı, Mehmet Şahin Sevim, Suphi Acar
Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Türkiye

Özet

Amaç: Keratokonus tedavisinde derin ön lameller keratoplasti sonuçlarını ve komplikasyonlarını değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Keratokonus tanısı almış 40 hastanın 40 gözü çalışmaya alındı. Tüm hastalarda büyük hava kabarcığı oluşturulmaya çalışılarak derin ön lameller keratoplasti uygulandı. Büyük hava kabarcığı oluşturulamayan olgularda manüel disseksiyon yapıldı. Ameliyat öncesi ve sonrası en iyi görme keskinliği, refraksiyon sonuçları, cerrahi teknik ve komplikasyonlar değerlendirildi.

Sonuçlar: On sekizi kadın, 22'si erkek olan 40 hastanın ortalama yaşı $24,02 \pm 6,20$ yıl (15-36 yıl), ortalama takip süresi $14,92 \pm 2,39$ ay (10-18 ay) idi. Ameliyat sonrası refraksiyon değerleri sferik ortalama $-3,29 \pm 1,46$ D (+2,00 ile -5,50 D arası), silindirik ortalama $-4,24 \pm 0,72$ D (-2,50 ile -5,50 D arası) olarak bulundu ($p < 0,05$). Ameliyat sonrası keratometri değerleri SimK1 $45,16 \pm 2,84$ D (37,30-50,89D), SimK2 $48,50 \pm 2,78$ D (40,42-53,85) idi. Ameliyat sonrası pakimetri değerleri $558,64 \pm 22,02$ μ m (514-614 μ m), endotel sayısı $2369,52 \pm 265,59$ hücre/ mm^2 bulundu. Hastaların 6'sında ameliyat sırasında mikroporforasyon gelişti. Ameliyat sonrası takiplerde 3 hastada ikinci ön kamara, 26 hastada epitel defekti, 10 hastada ara yüzeyde yabancı cisim ve 2 hastada sütür apsesi gözlemlendi. Hastaların hiçbirinde endotelial red görülmedi.

Tartışma: Derin ön lameller keratoplasti, keratokonus hastalarında görsel sonuçları standart penetran keratoplasti ile karşılaştırılabilir düzeyde olan, ve endotelial red riski olmayan oldukça güvenli ve etkili bir cerrahi yöntemdir. (TOD Dergisi 2010; 40: 171-5)

Anahtar Kelimeler: Keratokonus, derin ön lameller keratoplasti, Descemet zarı

Summary

Purpose: To evaluate the results and complications of deep anterior lamellar keratoplasty for treatment of keratoconus.

Material and Method: Forty eyes of 40 patients with keratoconus were included in this study. In all patients, big-bubble technique was tried in order to perform deep anterior lamellar keratoplasty; when failed, manual dissection was applied. Pre- and postoperative best-corrected visual acuity, refractive results, surgical technique and complications were analyzed.

Results: 40 patients, 18 females and 22 males, with a mean age of 24.02 ± 6.20 years (range, 15-36 years) were included in the study; the mean follow-up period was 14.92 ± 2.39 months (range, 10-18 months). The mean postoperative refraction was -3.29 ± 1.46 D (+2.00 to -5.50D) spherically, and -4.24 ± 0.72 D (-2.50 to -5.50D) cylindrically ($p < 0.05$). Keratometric values were 45.16 ± 2.84 D (37.30-50.89D) SimK1, and 48.50 ± 2.78 D (40.42-53.85D) SimK2. The mean postoperative pachymetry was 558.64 ± 22.02 μ m (514-614 μ m) and the mean endothelial cell density was 2369.52 ± 265.59 cell/ mm^2 . Intraoperative microperforation of Descemet's membrane occurred in 6 patients. In postoperative follow-up period, double anterior chamber developed in 3 eyes, epithelial defects were seen in 26 eyes, foreign bodies were detected in the graft-bed interface in 10 eyes, and suture abscess in 2 eyes. There was no endothelial rejection.

Discussion: Deep anterior lamellar keratoplasty is safe and effective surgical technique in patients with keratoconus. Visual outcome is comparable to standard penetrating keratoplasty, without the risk of endothelial rejection. (TOD Journal 2010; 40: 171-5)

Key Words: Keratoconus, deep anterior lamellar keratoplasty, Descemet's membrane

Giriş

Keratokonus, korneanın apikal incilmesi, santral ve parasantral dikleşmesiyle seyreden, düzensiz astigmatizma ve görme keskinliğinde ilerleyici azalmaya yol açan inflamatuvar olmayan dejeneratif bir kornea hastalığıdır (1,2). Başlangıçta miyop, kompoze miyopik astigmatizma olur. Daha sonra düzensiz astigmatizma gelişir, miyopi artar, görme keskinliği azalır.

Keratokonusun erken evrelerinde tedavi seçenekleri gözlük camları ve sert gaz geçirgen kontakt lensler ile düzeltmedir. İlerleme gösteren olgularda bunu önlemek amacıyla riboflavin /UV A ile kollajen çapraz bağlama tedavisi uygulanabilir. Cerrahi tedavi seçenekleri ise intrakorneal halka segmentleri (INTACS, Ferrara ring, Keraring) uygulaması, derin ön lameller keratoplasti, otomatize lameller terapötik keratoplasti ve penetran keratoplastidir (3,4). Derin ön lameller keratoplasti, keratokonusun cerrahi tedavisinde alıcı endotelinin korunduğu oldukça güvenli bir yöntemdir. Penetran keratoplastiye göre en büyük avantajı grefon reddi oranlarının çok daha düşük olmasıdır (5). Derin ön lameller keratoplasti ekstraoküler bir cerrahidir, penetran keratoplastide görülebilen endoftalmi, eks-pulsif hemoraji, glokom, katarakt gibi intraoküler komplikasyonlar görülmez. Ayrıca alıcı endoteli değiştirilmediği için ameliyat sonrası steroid kullanım süresi kısaltmakta, kullanılan steroid dozu azalmakta ve steroide bağlı komplikasyonlar daha az görülmektedir (6,7).

Descemet zarı (DZ) ve endoteli stromadan ayırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Archilla 1984'te intrastromal hava enjeksiyonu ile spatular disseksiyonun kolaylaşabileceğini bildirmiş, 1997'de Sugita hidrodela-minasyon ile DZ'nin stromadan ayrılması yöntemini tanımlamıştır (8,9). Melles tarafından 1999'da öne sürülen teknikte ön kamaraya hava verilerek viskodisseksiyon ile DZ'ye ulaşılması denenmiştir (10). Anwar ve Teichmann 2002'de parsiyel trepanizasyon sonrası korneal stroma ya hava enjekte edilerek oluşturulan büyük hava kabarcığı (big-bubble) tekniğini tanımlamıştır. Bu tekniğin DZ'nin daha düşük perforasyon riski ile stromadan ayrılmasını sağladığı bildirilmiştir (11).

Bu çalışmada amacımız keratokonus tanısı almış, gözlük ya da kontakt lensler ile görme keskinliği arttırılmayan hastalarda büyük hava kabarcığı tekniği ile yapılan derin ön lameller keratoplasti ameliyatının sonuçlarını ve komplikasyonlarını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Göz Kliniği'nde Mart 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasında keratokonus tanısı ile derin ön lameller keratoplasti yapılan (40 hastanın 40 gözü) hastaların dosyaları ince-

lendi. Keratokonus tanısı klinik öykü, biyomikroskopi, refraksiyon ve kornea topografisi ile kondu. Görme keskinliği gözlük ya da kontakt lens ile arttırılmayan, 3/10 ve daha düşük görme keskinliği olan hastalara derin ön lameller keratoplasti uygulandı. Daha önce geçirilmiş cerrahi öyküsü olan, korneal hidrops gelişen, takip süresi 6 aydan daha kısa olan hastalar çalışmaya alınmadı. Ameliyat edilen hastaların yaşı, cinsiyeti, takip süresi, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası en iyi görme keskinlikleri (EİGK), ameliyat öncesi ve sonrası refraksiyonları, kornea topografileri, ultrasonik pakimetri ölçümleri, speküler mikroskopide endotel hücre sayıları ve komplikasyonlar değerlendirildi. Ameliyat öncesi hastalar cerrahi girişim için bilgilendirildi ve onam formları alındı.

Ameliyat Tekniği

Ameliyat öncesi rutin hazırlıklar tamamlandıktan sonra santral kornea işaretlendi ve Hessburg-Barron vakum trepan (Jedmed Instrument Co. England) kullanılarak derin lameller dokuya ulaşabilmek için kornea kalınlığının %60-80'ini içerecek şekilde trepanizasyon yapıldı. Hava ile dolu 2-ml plastik şırıngaya takılan 30 G iğne, eğimli ucu altta olacak şekilde kesi yerinden korneal stromanın merkezine doğru 3-4 mm ilerletildi. DZ önünde bulunduğu düşünülürken hava enjekte edilerek büyük hava kabarcığı oluşturulmaya çalışıldı. İlk denemede istenilen şekilde büyük hava kabarcığı oluşturulamayan durumlarda başka bir giriş noktasından tekrar denendi. Arka stroma ile DZ arasındaki boşluğu dolduran hava kabarcığının beyaz, yarı opak, hemen hemen yuvarlak bir disk oluşturduğu görüldü. Büyük hava kabarcığı oluşturulduktan sonra derin stromaya kadar kresent bıçakla disseksiyon yapıldı. Kalan doku spatül ve kornea makası yardımıyla uzaklaştırıldı. Büyük hava kabarcığı oluşturulamayan olgularda ise hava korneal stroma içerisine yayıldı ve kornea beyaz bir disk halini aldı. Kresent bıçakla stroma katman katman soyularak DZ'ye olabildiğince yaklaşarak pürüzsüz ve şeffaf bir yüzey sağlanmaya çalışıldı. Alıcı yatak hazırlandıktan sonra donör kornea endoteli tripan mavisile boyandı. Dişsiz forseps ve Weck hücre sponcu ile etkin bir şekilde DZ ve endotel stromadan ayrıldı ve lameller greft elde edildi. Greft Baron vakum donör punch (Katena products,inc. USA) ile trepanize edildi ve alıcı yatağa 10-0 naylon sütür ile sütüre edildi. Kullanılan sütür teknikleri Tablo 1'de belirtilmiştir.

Ameliyat sırasında mikroperforasyon gelişen hastalarda ön kamaraya hava verilerek işleme devam edildi ve cerrahi başarı ile sonlandırıldı. Makroperforasyon gelişen olgularda penetran keratoplastiye dönüldü ve bu olgular çalışmaya alınmadı.

Çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için NCSS 2007&PASS 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı.

Sonuçlar

Çalışmaya alınan 18'i kadın, 22'si erkek 40 hastanın ortalama yaşı $24,02 \pm 6,20$ yıl (15-36 yıl), ortalama takip süresi $14,92 \pm 2,39$ ay (10-18 ay) idi (Tablo 1). Hastaların ameliyat öncesi en iyi görme keskinliği $0,17 \pm 0,08$ (3 mps-0,3), son kontrolde en iyi görme keskinliği $0,53 \pm 0,14$ (0,2-0,8) idi. DALK öncesi ve sonrası görme keskinlikleri Tablo 2'de belirtilmiştir. Ameliyat öncesi refraksiyon değerleri sferik ortalama $-9,30 \pm 1,93$ D ($-6,50$ ile $-14,00$ D arası), silindirik ortalama $-8,41 \pm 1,79$ D ($-5,00$ ile $-12,00$ D arası) iken ameliyat sonrası sferik ortalama $-3,29 \pm 1,46$ D ($+2,00$ ile $-5,50$ D arası), silindirik ortalama $-4,24 \pm 0,72$ D ($-2,50$ ile $-5,50$ D arası) olarak ölçüldü. Ameliyat öncesi ortalama keratometri değerleri SimK1 $53,38 \pm 3,41$ D (48,53-61,84), SimK2 $57,58 \pm 3,71$ D (51,77-66,43); ameliyat sonrası ortalama keratometri değerleri SimK1 $45,16 \pm 2,84$ D (37,30-50,89), SimK2 $48,50 \pm 2,78$ D (40,42-53,85) bulundu. Hastaların refraksiyon değerleri Tablo 3'tedir. Ameliyat öncesi santral korneal pakimetri değeri ortalama $405,5 \pm 36,7$ μ m (335-490 μ m), ameliyat sonrası pakimetri değeri ortalama $558,64 \pm 22,02$ μ m (514-614 μ m) idi. Ameliyat öncesi endotel hücre sayısı ileri keratokonus hastalarında değerlendirilemedi, ameliyat sonrası endotel hücre sayısı ortalama 2369 ± 52 hücre/ mm^2 (1908-2916 hücre/ mm^2) bulundu.

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri, preoperatif ve intraoperatif data

Hasta özellikleri	DÖLK (40 hasta)
K/E	18/22
Sağ/sol göz	26/14
Yaş (ortalama \pm SD) yıl	24,02 \pm 6,20
Takip süresi (ortalama \pm SD) ay	14,92 \pm 2,39
Alıcı çapı	
7,00 mm	16 (%40)
7,50 mm	24 (%60)
Donör çapı	
7,25 mm	16 (%40)
7,75 mm	24 (%60)
Sütür tekniği	
8 tek 16 devamlı	10 (%25)
16 devamlı	18 (%45)
16 tek	12 (%30)

Tablo 2. Görme keskinliği, DÖLK öncesi ve sonrası

Görme Keskinliği	Ameliyat öncesi (n)	Ameliyat sonrası (n)	p değeri
mps-0,1	13	0	
0,16-0,3	27	3	
0,4-0,5	0	22	<0,05
0,6-0,7	0	10	
$\geq 0,8$	0	5	

Alıcı-greft farkı 0.25 mm olacak şekilde trepanizasyon yapıldı. Hastaların 16'sında (% 40) 7,00mm-7,25 mm, 24'ünde (%60) 7,50 mm-7,75 mm trepan kombinasyonu kullanıldı (Tablo 1). 40 hastanın 32'sinde (%80) Anwar ve Teichmann (11) tarafından tanımlanan büyük hava kabarcığı oluşturuldu. Diğer 8 (%10) hastada manüel disseksiyonla DZ'ye ulaşıldı. Altı (%15) hastada ameliyat sırasında mikroperforasyon gelişti. Bu hastalarda ön kamaraya hava enjekte edilerek ameliyata devam edildi. Ameliyat sonrası kontrollerde mikroperforasyon gelişen hastaların 3'ünde ikinci ön kamara oluştu, bu hastalar tekrar ameliyathaneye alındı ve ön kamaraya hava enjekte edildi. Daha sonraki kontrollerde ikinci ön kamaranın kaybolduğu, greftin saydam olduğu görüldü.

Tüm hastalara ameliyat sonrası günde dört kez topikal prednisolon asetat %1 ve ofloksasin %3 tedavisi başlandı. Steroid tedavisine doz azaltılarak 3 ay devam edildi. Hastaların sütürleri ortalama $4,86 \pm 1,06$ ayda (3-6 ay) alınmaya başlandı.

Ameliyat sonrası 26 (%65) hastada yaygın epitel defekti görüldü. Hastalara yoğun lubrikasyon tedavisi başlandı, göz bandajlandı. Bir hafta sonunda epitel defektinin tamamen iyileştiği görüldü.

On (%25) hastada ameliyat sonrası ara yüzeyde yabancı cisim saptandı. Ara yüzeydeki yabancı cisim ameliyat sırasında kullanılan steril mikrocerrahi sponç kalıntıları olarak değerlendirildi. Görmeyi olumsuz etkilemedikleri düşünüldüğünden tedavi uygulanmadı. İki (%5) hastada postoperatif 6. haftada sütür apsesi gelişti. Hastanın sütürleri ameliyathane şartlarında alındı, 8 adet tek sütür atıldı. Ameliyat sırasında mikrobiyolojik inceleme için örnek alınıp laboratuara gönderildi, sonuç negatif geldi. Sütür alınmadan hemen sonra, laboratuvar sonuçları beklenmeden geniş spektrumlu topikal anti-bakteriyel tedavi başlandı. Kontrollerde sütür absesinin tamamen iyileştiği görüldü.

Hastaların hiçbirinde epitelyal veya endotelial red reaksiyonu izlenmedi. Gelişen komplikasyonlar Tablo 4'de belirtilmiştir.

Tablo 3. Ameliyat öncesi ve sonrası refraktif değerler

	Ameliyat öncesi (n=40)	Ameliyat sonrası (n=40)	P
Sferik (ortalama \pm SD)	-9,30 \pm 1,93 D	-3,29 \pm 1,46 D	p<0,05
Silindirik(ortalama \pm SD)	-8,41 \pm 1,79 D	-4,24 \pm 0,72 D	
SimK1(ortalama \pm SD)	53,38 \pm 3,41D	45,16 \pm 2,84 D	
SimK2 (ortalama \pm SD)	57,58 \pm 3,71D	48,50 \pm 2,78D	

Tablo 4. DÖLK uygulanan hastalarda görülen komplikasyonlar

Komplikasyon	Olgu sayısı (n)
Mikroperforasyon	6 (%15)
İkinci ön kamara	3 (%7,5)
Epitel defekti	26 (%65)
Ara yüzeyde yabancı cisim	10 (%25)
Sütür absesi	2 (%5)
Endotelial red	0 (%0)

Tartışma

Lamellar keratoplasti ilk kez 1830'da von Walter tarafından uygulanmıştır (5). Sonuçlar penetran keratoplasti ile karşılaştırıldığında görme keskinliğinde artışın daha düşük olduğu görülmüş, bu nedenle o dönemlerde bu ameliyat çok tercih edilmemiştir. Görme keskinliğinde istenen artışın olmamasının ara yüzey düzensizliğine, debris partiküllerinin lameller ara yüzeyde kalmasına bağlı olduğu düşünüldüğünden çeşitli cerrahi teknikler denemeye başlanmıştır. Hava enjeksiyonu tekniği Archila (8) tarafından uygulanmış, daha sonra bu teknik Price (12), Chau ve ark. (13), Morris ve ark. (14) tarafından geliştirilmiştir. Fakat hiçbirinde DZ ile stromayı ayırmak her zaman başarılamamıştır. Anwar ve Teichmann'ın tanımladığı büyük hava kabarcığı (big-bubble) tekniğinde ise istenen sonuca ulaşılmış, DZ ile stroma intrastromal hava enjeksiyonu ile birbirinden ayrılmıştır. Biz de çalışmamızda büyük hava kabarcığı tekniğini kullandık ve 40 hastanın 32'sinde DZ ile stromayı birbirinden ayırmayı başardık. Büyük hava kabarcığı oluşturulamayan olgularda aşamalı lameller disseksiyon tekniği kullandık. Çalışmamızda mikroporasyon oranı %15 (6 hasta) olarak bulundu. Bu oran Anwar ve Teichmann'ın yaptığı çalışmada 181 olgulu seride intraoperatif 16 (%9) mikroporasyon olarak bildirilmiştir (5). Mikroporasyon geliştiğinde aköz hümeör DZ ve stroma arasında birikebilir ve ikinci ön kamaraya neden olabilir. Mikroporasyonları sınırlamak veya ikinci ön kamara oluşumunu önlemek için ön kamaraya hava verilmiştir (5). Bizim çalışmamızda da ameliyat sırasında mikroporasyon gelişen hastaların 3'ünde takiplerde ikinci ön kamara geliştiği görülmüş ve ön kamaraya hava enjekte edilerek tedavi edilmiştir.

Brierly ve ark. çalışmalarında keratokonus hastalarında penetran keratoplasti sonrası %87'sinde 0,5 ve üzeri görme keskinliği bildirmişlerdir (15). Bizim çalışmamızda da ameliyat sonrası %72,5 hastada 0,5 ve üzeri görme keskinliği elde edildi. Keratokonus tanısı ile derin lamellar keratoplasti uygulanan diğer serilerde de 0,5 ve üzeri görme keskinliği %80-90 olarak bildirilmiştir (5,16,17).

Bizim çalışmamızda postoperatif son kontrolde refraksiyon değerleri sferik $-3,29 \pm 1,46D$ ($+2,00$ ile $-5,50D$ arası) ve silindirik $-4,24 \pm 0,72$ ($-2,50$ ile $-5,50D$ arası) bulunmuştur ve diğer çalışmalarla karşılaştırılabilir düzeydedir; Benson ve ark.'nın çalışmasında sferik $-4,13 D$ ($-0,50 D$ ile $-8,38 D$ arası) ve silindirik $-4,0 D$ (0 ile $-10,0 D$) arası, Watson ve ark.'nın çalışmasında sferik $-2,81 D$ ($+0,50 D$ ile $-6,75 D$ arası) ve silindirik $-2,54 D$ ($-1,0 D$ ile $-4,0 D$ arası) (16,17). Ayrıca çalışmamızdaki refraksiyon değerleri Brierly ve ark.'nın (15) penetran keratoplasti sonuçlarında buldukları sferik $-1,63D$ ($+3,75 D$ ile $-17 D$ arası) ve silindirik $-3,25 D$ (0 ile $-8,0 D$ arası) değerler ile de karşılaştırılabilir düzeydedir.

Penetran keratoplastide zamanla oluşan ilerleyici endotel hasarı göz önünde bulundurulursa (18), derin ön lameller keratoplastideki önemsiz endotel kaybindan dolayı (14) keratokonus gibi daha genç yaş grubunda görülen hastalıklarda lameller cerrahi tercih edilebilir. Sugita ve Kondo (9) derin lameller keratoplasti sonrası birinci ay ve ikinci yıl sonundaki endotel hücre sayısını karşılaştırmışlar ve endotel hücre kaybını %13 olarak bildirmişlerdir. Postoperatif 6 ay sonra ilerleyici endotel hücre kaybı olmamış, %58'den fazla hastada endotel hücre sayısının 2000 hücre/mm²'den fazla olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda her hastanın ameliyat öncesi endoteli görüntülenemediğinden karşılaştırma yapılamadı. Son kontrolde ortalama endotel hücre sayısı 2369 ± 52 hücre/mm² (1908-2916 hücre/mm²) bulundu. Ebstein ve ark., keratokonuslu olgular için 5 yıllık greft suvisini lameller keratoplastide %84, penetran keratoplastide %72 olarak bildirmişlerdir (19).

Derin ön lameller keratoplasti ekstraoküler bir cerrahidir. Bu nedenle penetran keratoplastide görülebilen glokom, katarakt, endoftalmi, ekspulsif hemoraji gibi intraoküler komplikasyonlar görülmez (10). Bizim çalışmamızda da bu tür komplikasyonlar gelişmemiştir.

Lameller keratoplastide endotel hücreleri veya keratosit gerekli olmadığından penetran cerrahide kullanımı uygun olmayan donörler lameller cerrahide kullanılabilir (20). Bizde çalışmamızda endotel hücre sayısı düşük, donör yaşı büyük penetran keratoplasti için uygun olmayan korneaları derin ön lameller keratoplastide kullandık.

Penetran keratoplasti, teknik olarak öğrenilmesi kolay, standardize bir cerrahi olduğundan bugün için dünyada en sık kullanılan keratoplasti yöntemidir. Lameller keratoplasti ise teknik olarak güçtür, öğrenilmesi zor, operasyon süresi daha uzundur. Bizim çalışmamızda da uyguladığımız büyük baloncuk tekniği cerrahiye kolaylaştırmakta ve komplikasyon riskini azaltmaktadır.

Sonuç olarak, derin ön lameller keratoplasti keratokonus hastalarında intraoperatif ve postoperatif komplikasyonların daha az görüldüğü, endotelial red riskinin olmadığı, penetran keratoplastiye alternatif güvenli ve başarılı bir cerrahi seçenektir.

Kaynaklar

1. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol.* 1984;28:293-322. [Abstract] / [PDF]
2. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998;42:297-319. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
3. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26:1117-22. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
4. Panda A, Bageshwar LM, Ray M, Singh JP, Kumar A. Deep lamellar keratoplasty versus penetrating keratoplasty for corneal lesions. *Cornea.* 1999;18:172-5. [Abstract]

5. Anwar M, Teichmann KD. Deep lamellar keratoplasty. Surgical techniques for anterior lamellar keratoplasty with and without baring of Descemet's membrane. *Cornea*. 2002;21:374-83. [[Abstract](#)]
6. Tsubota K, Kaido M, Monden Y, Satake Y, Bissen-Miyajima H, Shimazaki J. A new surgical technique for deep lamellar keratoplasty with single running suture adjustment. *Am J Ophthalmol*. 1998;126:1-8. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
7. Funnell CL, Ball J, Noble BA. Comparative cohort study of the outcomes of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye*. 2006;20:527-32. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
8. Archilla EA. Deep lamellar keratoplasty for dissection of host tissue with intrastromal air injection. *Cornea*. 1984-85;3:217-8. [[Abstract](#)]
9. Sugita J, Kondo J. Deep lamellar keratoplasty with complete removal of pathological stroma for vision improvement. *Br J Ophthalmol*. 1997;81:184-8. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
10. Melles GR, Lander F, Rietveld FJ, Remeijer L, Beekhuis WH, Binder PS. A new surgical technique for deep stromal anterior lamellar keratoplasty. *Br J Ophthalmol*. 1999;83:327-33. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
11. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28:398-403. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
12. Price FW Jr. Air lamellar keratoplasty. *Refract Corneal Surg*. 1989;5:240-3. [[Abstract](#)]
13. Chau GK, Dilly SA, Sheard CE, Rostron CK. Deep lamellar keratoplasty on air with lyophilized tissue. *Br J Ophthalmol*. 1992;76:646-50. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
14. Morris E, Kirwan JF, Sujatha S, Rostron CK. Corneal endothelial specular microscopy following deep lamellar keratoplasty with lyophilized tissue. *Eye*. 1998;12:619-22. [[Abstract](#)]
15. Brierly S, Izquierdo LJ Jr, Mannis MJ. Penetrating keratoplasty for keratoconus. *Cornea*. 2000;19:329-32. [[Abstract](#)]
16. Benson WH, Goosey CB, Prager TC, Goosey JD. Visual improvement as a function of time after lamellar keratoplasty for keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 1993;116:207-11. [[Abstract](#)]
17. Watson SL, Ramsay A, Dart JKG, Bunce C, Craig E. Comparison of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in patients with keratoconus. *Ophthalmology*. 2004;111:1676-82. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
18. Bourne WM. Cellular changes in transplanted human corneas. *Cornea*. 2001;20:560-9. [[Abstract](#)]
19. Ebstein RJ, Seedor JA, Dreizen NG, Stulting RD, Waring GO 3rd, Wilson LA, et al. Penetrating keratoplasty for herpes simplex keratitis and keratoconus allograft rejection and survival. *Ophthalmology*. 1987;94:935-44. [[Abstract](#)]
20. Arslan, OŞ. Lameller keratoplasti. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*. 2007;3:46-57. [[Abstract](#)]