

Keratokonus Olgularında Penetran Keratoplasti ve Derin Anterior Lameller Keratoplasti Cerrahilerinin Uzun Dönem Sonuçlarının Karşılaştırılması: Retrospektif Çalışma

Comparison of Long-Term Outcomes of Penetrating Keratoplasty and Deep Anterior Lamellar Keratoplasty Surgery in Patients with Keratoconus: Retrospective Study

Burcu KEMER ATİK^a, Ahmet KIRGIZ^a, Erdem ERDOĞDU^a, Sibel AHMET^a,
Mehmet Özgür ÇUBUK^a, Nilay KANDEMİR BEŞEK^a

^aSağlık Bilimleri Üniversitesi Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları ABD, İstanbul, Türkiye

ÖZET Amaç: Keratokonus nedeniyle uygulanan penetran keratoplasti (PK) ve derin anterior lameller keratoplasti (DALK) cerrahilerinin uzun dönem sonuçlarını karşılaştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** PK ve DALK geçiren keratokonus olgularının tıbbi kayıtları retrospektif olarak tarandı. Olguların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 5. yılda elde edilen en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) değerleri, sferik ve silindirik refraktif hata değerleri ile sferik eşdeğerleri kaydedildi. Takip süresi boyunca gelişen greft red reaksiyonları ve komplikasyonlar incelendi. **Bulgular:** Çalışmaya 64 olgunun 64 gözü dâhil edildi. Olgular ortalama 70,41±10,67 (60-96 arası) ay takip edildi. Olguların 33'üne PK, 31'ine DALK uygulandı. Her iki grupta da ameliyat sonrası 5. yıl ortalama EİDGK değerleri, ameliyat öncesi değerlerden daha yüksek idi (her bir p değeri <0,001). PK uygulanan olguların ameliyat öncesi EİDGK değerleri DALK uygulanan olgulardan daha düşük iken (p=0,002); ameliyat sonrası 5. yıl 2 grubun EİDGK değerleri istatistiksel açıdan benzerdi (p=0,16). Ameliyat sonrası 5. yıl DALK uygulanan olgularda ortalama sferik refraktif hata daha yüksek iken (p=0,048); silindirik refraktif hata ve sferik eşdeğer açısından 2 grup arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p1=0,10, p2=0,12). Beş yıl takip süresi sonunda PK ile %93,9, DALK ile %100 greft sağkalımı elde edildi (p=0,17). Takiplerde en sık karşılaşılan komplikasyon, PK uygulanan olgularda %33, DALK uygulanan olgularda %6,5 oranında görülen göz içi basınç (GİB) artışı idi (p=0,08). **Sonuç:** Keratokonuslu gözlerde PK ve DALK cerrahilerinin uzun dönem görsel sonuçları benzerdir. GİB artışı ve greft reddi PK sonrası daha sık gözlenmektedir. DALK cerrahisi komplikasyonlar açısından daha güvenli bir seçenektir.

ABSTRACT Objective: To compare the long-term outcomes of penetrating keratoplasty (PK) and deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) surgeries performed for keratoconus. **Material and Methods:** Medical records of keratoconus patients who underwent PK or DALK were reviewed retrospectively. The patients' best corrected visual acuity (BCVA), spherical and cylindrical refractive error values, and spherical equivalent were recorded before surgery and in the postoperative 5th year. Graft rejection reactions and complications developed during the follow-up period were examined. **Results:** Sixty-four eyes of 64 patients were included in the study. The patients were followed up for an average of 70.41±10.67 (range=60-96) months. PK was applied to 33 of patients, and DALK was applied to 31. The mean BCVA values at the postoperative 5th year were higher than the preoperative values in both groups (each p-value <0.001). While preoperative BCVA values of the patients who underwent PK were lower than those who underwent DALK (p=0.002); in the postoperative 5th year, BCVA values were statistically similar in the 2 groups (p=0.16). While the mean spherical refractive error was higher in the patients who underwent DALK surgery in the 5th postoperative year (p=0.048), there was no statistically significant difference between the 2 groups in terms of cylindrical refractive error and spherical equivalent (p1=0.10, p2=0.12; respectively). At the end of the 5-year follow-up period, graft survival was 93.9% after PK and 100% after DALK (p=0.17). The most common complication during follow-up was increased intraocular pressure (IOP), which was 33% in patients who underwent PK and 6.5% in patients who underwent DALK (p=0.08). **Conclusion:** Long-term visual outcomes of PK and DALK surgeries are similar in eyes with keratoconus. Increased IOP and graft rejection are observed more frequently after PK. DALK surgery is a safer option in terms of complications.

Anahtar Kelimeler: Keratokonus; kornea nakli; penetran keratoplasti

Keywords: Keratoconus; corneal transplantation; penetrating keratoplasty

Correspondence: Burcu KEMER ATİK
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları ABD, İstanbul, Türkiye
E-mail: dr.burcukemer@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology.

Received: 28 Dec 2022

Received in revised form: 16 Mar 2023

Accepted: 24 Mar 2023

Available online: 28 Mar 2023

2146-9008 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keratokonus, kornea stromasında incelleme ve dikleşme ile seyreden ve bilateral tutulum gösteren kornea ektazisidir.^{1,2} Hastalık ilerledikçe düzensiz astigmatizma ve buna bağlı olarak görme azalması meydana gelmektedir.^{1,2} Keratokonus, genellikle yaşamın 2 dekadında başlayıp, 4. dekada kadar ilerleme göstermektedir.^{3,4} Keratokonus, inflamatuvar olmayan bir hastalık olarak bilinse de son yıllarda hastalığı oküler inflamasyon ile ilişkilendiren çalışmalar da bulunmaktadır.^{5,6}

Keratokonusta hastalığın ilerlemesini önlemek için korneanın biyomekanik sağlamlığını artırdığı düşünülen korneal çapraz bağlama tedavisi uygulanmaktadır.⁷ Hafif ve orta düzey keratokonus olgularında gözlük ve kontakt lens (yumuşak kontakt lensler, sert kontakt lensleri, hibrid kontakt lensler gibi) kullanımı ile tatmin edici görme keskinliği seviyelerine ulaşılabilmektedir.^{5,8} Kontakt lens intoleransı olan olgularda intrakorneal halka segmentleri ile görsel rehabilitasyonu sağlamak da mümkündür.^{1,5} Görsel rehabilitasyonun bu yöntemlerle sağlanamadığı ileri evre keratokonus olgularında kornea nakli seçenekleri gündeme gelmektedir.^{1,5,9,10} Derin anterior lameller keratoplasti (DALK) öncesi penetran keratoplasti (PK), keratokonusun cerrahi tedavisinde öncelikli yöntem idi.⁵ Günümüzde ise PK endikasyonları korneal hidrops sonrası gelişen kalıcı kornea ödemi, derin korneal stromal skar ve DALK cerrahisinde karşılaşılan komplikasyonlar ile sınırlandırılmıştır.⁵ PK'nın en önemli dezavantajları; ekspulsif hemoraji, endoftalmi, greft reddi, greft ayrılması gibi komplikasyonlarıdır.^{5,9,10} Bu ciddi komplikasyonları azaltmak amacıyla tanımlanan sağlıklı kornea endotelinin ve glob bütünlüğünün korunduğu DALK ise günümüzde keratokonus tedavisinde ilk tercih kornea nakli seçeneğidir.^{9,10} DALK cerrahisinin diğer avantajları; ameliyat sonrası steroid kullanım süresinin ve buna bağlı steroid ilişkili komplikasyonların daha az olması ve yara iyileşmesinin daha hızlı olmasıdır.⁹⁻¹¹ DALK cerrahisi; kontakt lens intoleransı olan veya kontakt lens uygulaması ile görme artışı olmayan, kalıcı hidrops geçirmeyen ve kornea stromasında belirgin skar olmayan olgularda tercih edilmektedir.⁹ DALK cerrahisinin uygulandığı ilk yıllar çift ön kamara oluşumu ve ara yüzey bulanıklığı nedeniyle görsel

prognoz oftalmologların en büyük endişesi iken; artan cerrahi tecrübe, geliştirilen cerrahi teknikler ve femto-saniye lazer yardımcı cerrahiler ile günümüzde oldukça iyi sonuçlar bildirilmektedir.^{10,11}

Bu çalışmadaki amacımız, keratokonus olgularında PK ve DALK cerrahilerini uzun dönem görsel ve refraktif sonuçlar, greft sağkalımı ve komplikasyonlar açısından karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Ocak 2014-Ocak 2016 tarihleri arasında Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kornea biriminde PK ve DALK cerrahisi geçiren ardışık olguların dosyaları geriye dönük olarak tarandı.

Keratokonus nedeniyle cerrahi uygulanan, en az 5 yıl boyunca düzenli takip edilen, 18 yaş üzeri, ilk defa kornea nakli uygulanan, keratokonus dışı görme keskinliğini etkileyebilecek ek oküler hastalığı olmayan, daha önce korneal çapraz bağlama dışında oküler cerrahi geçirmemiş olgular çalışmaya dâhil edildi. Takipleri düzensiz olan, 18 yaş altı pediatrik olgular, daha önce başarısız kornea nakli geçiren olgular, çeşitli nedenlerle görme keskinliği alınamayan (mental retardasyon gibi) olgular ile görmeyi etkileyebilecek keratokonus dışı ek oküler hastalığı (retina ve optik sinir bozuklukları gibi) olan olgular çalışma dışı bırakıldı. Çalışmamız, Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütülmüş olup, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından (tarih: 18.11.22, no: 25/32) onaylandı. Aynı zamanda, çalışmaya katılan tüm olgulardan aydınlatılmış onam alındı.

Tüm olguların yaş, cinsiyet gibi demografik özellikleri kaydedildi. Sistemik ve oküler hikâye ayrıntılı olarak sorgulandı. Mevcut sistemik ve oküler hastalıklar, kullanılan ilaçlar, geçirilen cerrahiler not edildi. Ameliyat öncesi ve sonrası her kontrol muayenesinde ayrıntılı oftalmolojik muayene yapıldı [düzeltilmiş ve düzeltilmemiş en iyi görme keskinliği, biyomikroskopik muayene, göz içi basınç (GİB) ölçümü ve göz dibi muayenesi]. Sferik ve silindirik refraktif değerler otorefraktometre (Full Auto Ref-Keratometer RK-F2, Canon, Japonya) ve skiaskopik muayene ile belirlendi. Sferik eşdeğer, sferik refraktif hata+silindirik refraktif hata/2 formülüyle hesaplandı.

Derin korneal stromal skarı bulunan, korneal de-kompansasyonu gelişen, 250 mikron altı kornea kalınlığına sahip olan, DALK cerrahisi sırasında Descemet membran (DM) makro-perforasyonu gelişen olgularda PKP, diğer olgularda DALK cerrahisi uygulandı.

DALK CERRAHİ TEKNİĞİ

Korneanın milimetrik ölçümü sonrası uygun trepan çapı ve kornea santrali belirlendi. Kornea santrali işaretlendi. Vakum trepan (Moria Inc, Doylestown, PA, ABD) ile kornea kalınlığının %80'i ayarlanarak parsiyel trepanizasyon gerçekleştirildi. Ön stroma kresent bıçak ile ayrıldı. Kalan stromada eğimli ucu alta bakar şekilde, 2cc enjektöre takılan 30-G iğne kornea merkezine doğru ilerletilerek DM önünde hava verildi (big bubble tekniği). Büyük hava kabarcığı olduğu durumlarda MVR bıçak ile stroma perfore edilerek DM ile arasına viskoelastik madde verildi. Kornea makası yardımıyla kalan stroma eksize edildi. Büyük hava kabarcığı oluşmayan olgularda farklı bir yerden tekrar hava verilerek hava kabarcığı oluşturulmaya çalışıldı. Başarısız olunan durumlarda manuel diseksiyon ile stroma uzaklaştırıldı. Verici kornea 0,25 mm daha geniş olacak şekilde punch (Moria Inc, Doylestown, PA, ABD) ile kesildi. Endoteli soyulan verici kornea 10,0 naylon sütür ile alıcı yatağa sütüre edildi (16 tek korneal sütür ile). Sütürlerin sızdırmazlık kontrolü sonrası subkonjonktival deksametazon enjeksiyonu ile cerrahi sonlandırıldı.

PK CERRAHİ TEKNİĞİ

Korneanın milimetrik ölçümü sonrası uygun trepan çapı ve kornea santrali belirlendi. Kornea santrali işaretlendi. Vakum trepan (Moria Inc, Doylestown, PA, ABD) ile kornea tam kat trepanize edildi. Trepanize edilen kornea, kornea makası yardımı ile uzaklaştırıldı. Önceden 0,25 mm daha geniş olacak şekilde punch (Moria Inc, Doylestown, PA, ABD) ile kesilerek hazırlanan verici kornea, alıcı yatağa 10,0 naylon sütür ile sütüre edildi. Sütürasyon 16 tek korneal sütür şeklinde yapıldı. Sütür sızdırmazlık ve sıklığı kontrol edildi. Subkonjonktival deksametazon enjeksiyonu yapıldı.

Ameliyat sırasında gerçekleşen komplikasyonlar kaydedildi. Olgular, rutin ameliyat sonrası kont-

rollerine 1. gün, 1. hafta, 1. ay, 3. ay, 6. ay ve 1. yıl çağırıldı. Sonrasında kontroller yıllık olarak devam etti. Tüm olgular ameliyat sonrası 1 ay %0,5 moksifloksasin damla (Vigamox, Alcon, ABD) 4*1 kullanıldı. Ayrıca her olguya %1 prednisolon asetat damla (Pred Forte, Allergan, Hindistan) 6*1 başlandı. Prednisolon asetat tedavisine sıklığı azaltılarak PK uygulanan olgularda 1 yıl, DALK kullanan olgularda 6 ay süreyle devam edildi. Sütür alımı DALK cerrahisinden 6 ay, PK'den ise 1 yıl geçtikten sonra yara iyileşmesi durumuna göre planlanarak gerçekleştirildi. Olguların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 5. yıl gözlük ile elde edilen en iyi görme keskinliği değerleri (EİDGK-Snellen) kaydedildi. Aynı zamanda, olguların ameliyat sonrası 5. yıl kontrolünde elde edilen sferik ve silindirik refraktif hata değerleri ile sferik eşdeğer not edildi. Beş yıl takip süresi boyunca gerçekleşen greft red reaksiyonu ve red zamanı ile komplikasyonlar incelendi.

Veriler SPSS (Version 20, IBM Corp., Armonk, NY, ABD) paket programı kullanılarak analiz edildi. Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma olarak, kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak özetlendi. Sayısal ölçümlerin normal dağılım sağlayıp sağlamadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. PKP ve DALK grupları arası karşılaştırma sayısal değişkenlerde "bağımsız örneklem t testi" ile kategorik değişkenlerde "ki kare testi" ile yapıldı. Grup içi ameliyat öncesi ve sonrası sayısal değişkenler "eşleştirilmiş örneklem t testi" ile karşılaştırıldı. Greft sağkalım oranları Kaplan-Meier yöntemi ile değerlendirildi ve 2 grup arası karşılaştırma Long-Rank testi ile yapıldı. Tüm testlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi <0,05 olarak alındı.

BULGULAR

Çalışmaya 64 (43 erkek, 21 kadın) olgunun 64 (30 sağ, 34 sol) gözü dâhil edildi. Olguların ortalama yaşı 35,30±16,29 (18-61 yıl arası) yıl idi. Olgular ortalama 70,41±10,67 (60-96 ay arası) ay takip edildi. Olguların ameliyat öncesi 0,06±0,05 (el hareketi seviyesi-0,2 arası) olan EİDGK değerleri, ameliyat sonrası 5. yılda 0,46±0,23 (0,1-1,0 arası) idi (p<0,001).

Otuz üç olguya PK, 31 olguya DALK cerrahisi uygulandı. PK uygulanan olguların yaş ortalaması

DALK uygulanan olgulardan daha yüksek idi ($p=0,003$). Hem PK hem de DALK uygulanan olguların ameliyat sonrası EİDGK değerleri, ameliyat öncesi değerlerden istatistiksel olarak daha yüksek idi (her bir $p<0,001$). PK uygulanan olguların ameliyat öncesi EİDGK değerleri DALK uygulanan olgulara göre daha düşük iken ($p=0,002$); ameliyat sonrası 5. yıl 2 grup arasında EİDGK değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p=0,16$) (Tablo 1).

Ameliyat öncesi PK uygulanan 15 (%45,5); DALK uygulanan 20 (%64,5) olgunun EİDGK değeri 0,05 ve üzerinde idi. Aynı zamanda, ameliyat öncesi elde edilen en yüksek EİDGK değeri 0,2 idi. Ameliyat sonrası 5. yılda; 0,5 ve üzeri EİDGK'ye ulaşılma oranı PK uygulanan olgularda %51,5, DALK uygulanan olgularda %64,5 idi ($p=0,29$). Ek olarak, PK uygulanan olgularda %90,9, DALK uygulanan olgularda %100 0,2 ve üzeri EİDGK elde edilmişti ($p=0,08$). Ameliyat sonrası 5. yılda EİDGK değeri 0,1 altında olan olgu yoktu. Ameliyat öncesi ve sonrası EİDGK değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir korelasyon izlenmedi ($p=0,21$, $r=0,16$).

Ameliyat sonrası 5. yıl kontrol muayenesinde, DALK uygulanan olgular daha yüksek sferik refrak-

tif değere sahipti ($p=0,048$). PK uygulanan olgularda sayısal daha yüksek silindirik refraktif hata gözlenmesine rağmen DALK uygulanan olgular arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p=0,1$) (Tablo 1). PK uygulanan 6 (%18,2), DALK uygulanan 2 (%6,5) olguda 6D ve üzerinde refraktif astigmatizma ile karşılaşıldı ($p=0,04$).

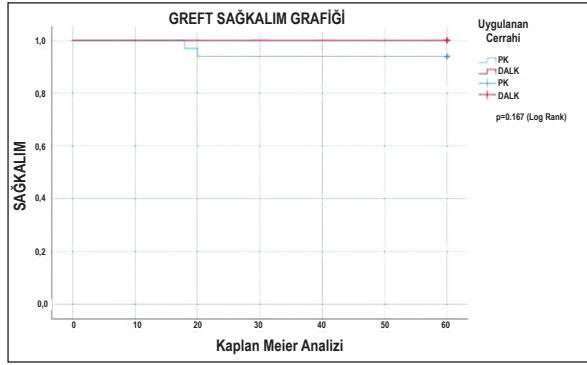
PK uygulanan olgularda greft sağkalımı oranı 1. yıl %100 iken; diğer yıllarda %93,9 idi. PK uygulanan 2 (%6,1) olguda 18 ve 20. aylarda gerçekleşen endotelial red reaksiyonu, greft yetmezliği ile sonuçlandı. DALK uygulanan 1 (%3,2) olguda 10. ayda sütür alımı sonrasında akut stromal red reaksiyonu gelişti; topikal steroid tedavisi ile geriledi. DALK sonrası greft sağkalımı tüm yıllarda %100 idi. Greft sağkalımı oranları, 2 cerrahi arasında istatistiksel açıdan benzerdi ($p=0,17$) (Şekil 1).

DALK cerrahisi sırasında başarısız büyük hava kabarcığı nedeniyle 3 (%9,7) olguda manuel diseksiyon ile stroma ayrıldı. Üç (9,7%) olguda ise DM mikro-perforasyonu gelişti, buna rağmen DALK cerrahisi tamamlandı. Aynı zamanda, cerrahisine DALK olarak başlanan 2 olguda DM makro-perforasyonu nedeniyle PK cerrahisi gerçekleştirildi. Ameliyat sonrası takip döneminde PK uygulanan 11 (%33,3) gözde, DALK uygulanan 2 (%6,5) gözde göz içi ba-

TABLO 1: PK ve DALK uygulanan olguların ameliyat öncesi ve sonrası görme keskinliği değerleri ve bu değerlerin karşılaştırılması.

	PK (+) (n=33) (ortalama±SD) (değer aralığı)	DALK (+) (n=31) (ortalama±SD) (değer aralığı)	p' değeri
Takip süresi (ay)	72,73±11,69 (60-96)	67,94±9,07 (60-92)	0,072
Yaş (yıl)	40,91±18,81 (18-61)	29,32±10,42 (18-48)	0,003*
Preoperatif EİDGK	0,04±0,03 (0,001-0,1)	0,09±0,07 (0,016-0,2)	0,002*
Postoperatif EİDGK	0,42±0,36 (0,1-1,0)	0,50±0,22 (0,2-1,0)	0,156
Postoperatif sferik refraktif hata (D)	-0,02±4,65 (-5,5-+3,5)	-3,85±4,87 (-9,0-+1,75)	0,048*
Postoperatif silindirik refraktif hata (D)	-5,00±2,36 (-8,0-1,5)	-3,59±2,40 (-7,0-0)	0,098
Postoperatif sferik eşdeğer (D)	-3,00±4,05 (-7,5-+2,25)	-5,05±4,17 (-12-2)	0,121

*p değeri istatistiksel anlamlılık düzeyi <0,05 olarak alınmıştır (bağımsız örneklem t-testi ile); PK: Penetran keratoplasti; DALK: Derin anterior lameller keratoplasti; EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (snellen).

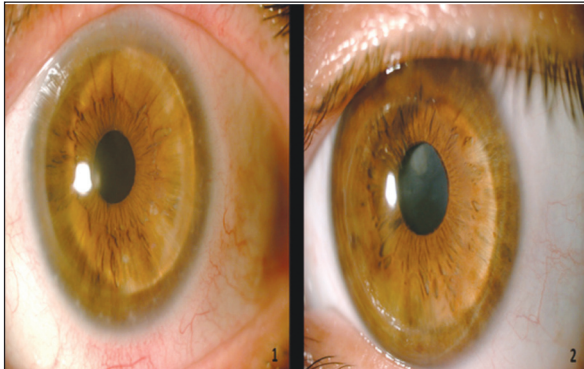


ŞEKİL 1: Penetran keratoplasti ve derin anterior lameller keratoplasti sonrası greft sağkalımı.

PK: Penetran keratoplasti DALK: Derin anterior lameller keratoplasti

sınç (GİB) artışı ile karşılaşıldı ($p=0,008$). Olguların tümünde GİB artışı topikal antiglokomatözler ile kontrol edilebildi; glokomatöz optik disk hasarı hiçbir olguda gelişmedi. DALK uygulanan 2 (%6,5) olguda ameliyat sonrası 1. gün çift ön kamara oluşumu ile karşılaşıldı. Bu 2 olguda da cerrahi sırasında DM mikro-perforasyonu gelişmişti ve ön kamaraya hava verilmesi ile çift ön kamara düzeldi. DALK uygulanan 3 (%9,6) olguda, ameliyat sonrası erken dönemde gelişen sütür düzensizliği/gevşekliği nedeniyle sütürler revize edildi, PK uygulanan hiçbir olguda sütür ilişkili komplikasyon görülmedi.

PK ve DALK uygulanan birer hastanın 5 yıl takip süresi sonundaki ön segment görüntülemesi **Resim 1**'de sunulmuştur.



RESİM 1: Ameliyat sonrası 5. yıl kontrolündeki ön segment görüntülemesi (1) Penetran keratoplasti uygulanan 19 yaşında kadın olgu. Cerrahide 7,50 mm trapan/7,75mm punch kullanılmıştı ve olgunun 5. yıl en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) 0,8 idi. (2) Derin anterior lameller keratoplasti uygulanan 22 yaşında erkek olgu. Cerrahide 7,25 mm trapan/7,50 mm punch kullanılmıştı ve olgunun 5. yıl EİDGK 0,7 idi.

TARTIŞMA

PK uygulanan olguların %18'inde, DALK uygulanan olguların %40'ında cerrahi neden keratokonus olarak bildirilmiştir.^{12,13} Kornea nakli sonrası saydam kornea grefti, düşük refraktif hata, iyi görsel sonuç ve minimuma indirilmiş komplikasyonlar ortak hedeflerdir. Genç aktif bireyleri etkileyen keratokonus hastalığında cerrahi sonrası kısa dönem sonuçlar yanında, uzun dönem sonuçlar da ayrıca önem arz etmektedir. Bu çalışmada, keratokonus nedeniyle uygulanan PK ve DALK cerrahilerinin 5 yıllık görsel ve refraktif sonuçlarını, greft sağkalımını ve komplikasyonlarını incelemeyi ve karşılaştırmayı hedefledik.

Literatürdeki çalışmalarda, PK ve DALK cerrahilerinin görsel sonuçlar açısından karşılaştırılmasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda, PK ile daha iyi görsel sonuçlar bildirilirken, 2 cerrahinin görsel sonuçlar açısından benzer olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{9,14-16} Ardjomand ve ark., 32 (15 PK, 17 DALK uygulanan) olguyu değerlendirdikleri çalışmalarında, PK ve DALK cerrahilerini karşılaştırmışlar ve ortalama 39 ay takip etmişlerdir.¹⁷ Bu çalışmada, PK ile DALK'a göre daha iyi bir görme keskinliği elde edilmiştir.¹⁷ Yine aynı çalışmada, DALK uygulanan olgular, kalan alıcı stroma kalınlığına göre alt gruplara ayrılmıştır. Manuel diseksiyon ile DALK cerrahilerinin uygulandığı bu çalışmada, alıcı stromal yatak kalınlığı arttıkça ameliyat sonrası görme keskinliğinde azalma izlenmiştir ve 20 m altında rezidü stromaya sahip olguların görme keskinliği, PK uygulanan olgular ile benzer bulunmuştur.¹⁷ Aynı zamanda literatürde, keratokonus nedeniyle uygulanan PK sonrası 0,5 ve üzeri görme keskinliği %86-95 oranında bildirilmiştir.^{9,18,19} DALK sonrası ise bu oranlar %80-100 olarak verilmiştir.^{14,20,21} Watson ve ark., 47 olgunun 51 (26 DALK, 25 PK) gözüne kornea nakli uygulamışlar ve ortalama 55 ay takip etmişlerdir.⁹ Bu çalışmada, PK ile DALK'a göre daha iyi görme keskinliği değerleri elde edilmiştir.⁹ Henein ve ark.nın yayımladıkları inceleme makalesinde, görme keskinliği açısından 2009-2014 yılları arasında yayımlanan 8 makale incelenmiş ve PK sonrası DALK'a göre daha iyi görme keskinliği gözlemlen-

miştir.²² Yazarlar, DALK sonrası daha kötü görme keskinliğinin nedenini ara yüzey bulanıklığı; bulanıklık olmayan durumlarda ise alıcı/verici yüzey arasındaki düzensizlik ve lameller diseksiyon sonrası kalan stromal doku miktarının kalınlığı olarak düşünmüşlerdir.²² 2020 yılında yayımlanan başka bir inceleme makalesinde ise Song ve ark., ülkemizden de 4 yayın olmak üzere toplam 10 yayını incelemişler; PK ve DALK cerrahilerini görsel sonuçlar açısından benzer bulmuşlardır.²³ 2021 yılında yayımlanan başka bir çalışmada, yine PK ve DALK sonrası görme keskinliği seviyeleri benzer bulunmuştur.²⁴ Literatürdeki çalışmalarda, görsel sonuçlar açısından daha eski yıllarda PK cerrahisi avantajlı iken; son yıllarda DALK sonrası PK'ye benzer görsel sonuçların elde edilmesi dikkat çekicidir. DALK cerrahisinde artan cerrahi tecrübe ve gelişen cerrahi tekniklerin sonuçlar üzerinde etkili olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda da hem PK hem DALK uygulanan grupta cerrahi ile EİDGK değerleri artarken; ameliyat sonrası 5. yıl 2 cerrahi arasında EİDGK değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Ameliyat sonrası 5. yılda elde edilen 0,5 ve üzeri EİDGK oranları ise sırasıyla %51,5 ve %64,5'tir. Bununla birlikte, PK uygulanan olgularda %90,9, DALK uygulanan olgularda %100 0,2 ve üzeri EİDGK elde edilmiştir. Ameliyat sonrası 5. yılda EİDGK değeri 0,05 altında olan olgu bulunmamaktadır. 0,5 ve üzeri görme keskinliğine sahip olguların literatüre göre daha düşük oranda olmasının nedeni, silindirik refraktif değerler daha önceki çalışmalara benzer olsa da ameliyat sonrası düzensiz astigmatizma ve 0,2-0,5 arası görme keskinliğine sahip olguların fazlalığı olabilir.

Acar ve ark., DALK uyguladıkları 40 gözü 14 ay takip ettikleri çalışmalarında, ameliyat sonrasında ortalama -3,29D sferik, -4,24D silindirik refraktif değer ile karşılaşmışlardır.²⁵ Janiszewska-Bil ve ark. ise ameliyat sonrası 12. ayda PK uygulanan olgularda DALK uygulanan olgulara göre daha düşük refraktif astigmatizma gözlemediklerini bildirmişlerdir (sırasıyla 1,9D, 2,5D).²⁶ Koçluk ve ark. ise PK ve DALK uygulanan olguları ortalama 14 ay takip etmişler ve ameliyat sonrası astigmatizma açısından istatistiksel anlamlı fark saptamamışlardır (sırasıyla 5,8D, 5,4D).²⁷ Feizi ve ark. da kornea nakli uygulanan pe-

diatrik keratokonus olgularını uzun dönem takip ettikleri çalışmalarında, ameliyat sonrası sferik eşdeğer açısından PK ve DALK cerrahileri arasında fark gözlemlememişlerdir (sırasıyla -4,2D, -3,9D).²⁴ Benzer şekilde, Khattak ve ark.ları da PK ve DALK cerrahileri sonrasında benzer keratometrik astigmatizma ve sferik eşdeğer bildirmişlerdir.²⁸ MacIntyre ve ark., PK grubunda (3,9D), DALK grubundan (2,6D) daha yüksek refraktif silindirik değer ile karşılaşmışlardır, ancak değerler arasında istatistiksel anlamlı fark gözlemlememişlerdir.²⁹ Watson ve ark. ise DALK ve PK uyguladıkları olgularda silindirik refraktif değerler arasında fark gözlemezken (sırasıyla -4,00D, -3,25D); DALK grubunda daha yüksek olmak üzere 2 grupta da sferik eşdeğerde miyopiye eğilime dikkat çekmişlerdir (sırasıyla -4,1D, -1,6D).⁹ Ardjomand ve ark. ise DALK uygulanan olgularda PK uygulananlara göre daha yüksek miyopi ve daha düşük astigmatizma elde etmişlerdir.¹⁷ Kim ve ark. ise DALK ve PK sonrası refraktif değerleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, DALK sonrası 6. ayda PK'ye göre daha yüksek sferik eşdeğer (-6,3D/-3,9D) ve sferik refraktif değer (-4,3D/-1,6D) ve daha düşük silindirik refraktif değer (2,7D/4,5D) ile karşılaşmışlardır.³⁰ Görüldüğü gibi daha önceki çalışmalarda, PK ve DALK sonrası refraktif değerler açısından çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmamızda da literatürdeki bazı çalışmalara benzer şekilde, DALK uygulanan olgularda miyopiye eğilim dikkat çekicidir (-0,02D/-3,85D ve $p=0,048$). Bu durumun nedeni, alıcı endotelin korunup üzerine daha geniş donör korneanın nakledilmesi olarak düşünülmüştür. Yine literatürdeki bazı çalışmalara benzer şekilde, PK uygulanan olgularda istatistiksel anlamlı olmasa da sayısal olarak daha yüksek refraktif astigmatizma ile karşılaşmıştır (-5D/-3,6D ve $p>0,05$). Ek olarak, PK sonrası 6 D üzeri astigmatizma daha sık oranlarda gözlenmiştir ($p<0,05$). Bu durumun nedeni, PK'de tam kat korneanın nakil edilmesine bağlı sütür ilişkili faktörlerin astigmat üzerinde daha etkili olması ve DALK cerrahisinde alıcı endotelin korunmasının kornea eğriliği ve astigmatizma üzerine pozitif etkisi olabilir.

Literatürde, PK sonrası DALK cerrahisine göre daha yüksek komplikasyon riski bildirilmiştir.²³ Özellikle genç popülasyonun etkilendiği keratokonusta sağlıklı endotelin korunması, hem erken hem geç dö-

nemde gelişebilecek endotel yetmezliği açısından DALK cerrahisinin önemli bir avantajıdır. Literatürde, keratokonus olgularında DALK sonrası greft red atağı %0-23, greft sağkalımı %87-100 arasında bildirilmiştir.³¹⁻³³ PK sonrasında ise %0-43 akut greft reddi ile karşılaşmış; %94-100 greft sağkalımı sağlanmıştır.³¹⁻³³ MacIntyre ve ark.nın yaptığı karşılaştırmalı çalışmada, PK sonrası %100, DALK sonrası %93 greft sağkalımı gözlemlenmiştir.²⁹ Ancak aradaki farkı istatistiksel açıdan anlamlı bulmamışlardır.²⁹ Koçluk ve ark., DALK ve PK uyguladıkları hiçbir olguda greft red reaksiyonu ile karşılaşmamışlardır.²⁷ Watson ve ark. ise PK sonrası %28, DALK sonrası %8 greft yetmezliği izlemişlerdir.⁹ Khattak ve ark. ise DALK uyguladıkları %4 olguda topikal steroid tedavisi ile geri dönen stromal red tespit etmişlerdir.²⁸ Yine aynı çalışmada, PK sonrası %13 oranında gelişen endotel greft red reaksiyonu, %3 olguda greft yetmezliği ile sonuçlanmıştır.²⁸ Çalışmamızda da literatürdeki oranlar ile uyumlu şekilde, DALK sonrası %100, PK sonrası %94 greft sağkalımına ulaşılmıştır. PK uygulanan 2 (%6) olguda gelişen endotel reddi topikal kortikosteroid tedavisine cevap vermemiş, greft reddi ile sonuçlanmıştır. DALK sonrası 1 (%3) olguda sütür alımı sonrası gelişen akut red reaksiyonu topikal steroid tedavisi ile gerilemiştir. PK sonrası gerçekleşen endotel greft red reaksiyonu greft sağkalımı açısından en büyük tehdittir. Akut red reaksiyonunda erken tanı ve erken tedavi ile greft yetmezliği önlenir. Ayrıca sütür alımının akut red reaksiyonunu tetikleyebileceğinin farkında olmak gerekir.

Janiszewska-Bil ve ark., DALK sonrası %8, PK sonrası %52 gibi yüksek oranlarda GİB artışı bildirmişlerdir.²⁶ Khattak ve ark. ise GİB artışı ile DALK sonrası %8, PK sonrası %11 oranında tespit etmişler, ancak GİB artışı açısından 2 cerrahi arasında istatistiksel anlamlı fark gözlemlenmemişlerdir.²⁸ Koçluk ve ark.nın çalışmalarında da PK sonrası %30, DALK sonrası %23 oranında GİB artışı bildirilmiş ve 2 cerrahi sonrası GİB artışı sıklığı istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.²⁷ Çalışmamızda, ameliyat sonrası takiplerde en sık karşılaşılan komplikasyon GİB artışıdır. PK sonrası %33, DALK sonrası %6 GİB artışı gerçekleşmiştir ($p<0,05$). PK sonrası daha sık GİB yüksekliği, hem ön kamarada viskoelastik madde kal-

masına hem de inflamasyonun daha fazla olmasına bağlı olabilir.

Çift ön kamara oluşumu lameller bir cerrahi teknik olan DALK'nin kendine özgü bir komplikasyonudur. Daha önceki çalışmalarda, DALK sonrası çift ön kamara oluşumu %0-16 arasında bildirilmiştir.^{8,11,25-27} Çalışmamızda da literatürle uyumlu şekilde, %6 olguda çift ön kamara oluşumu ile karşılaşmış olup; ön kamaraya hava enjeksiyonu ile DM yatırılarak takiplerde saydam greft elde edilmiştir. Bu 2 olguda da cerrahi sırasında DM mikro-perforasyonu gelişmesi dikkat çekicidir. DM mikro-perforasyonu gelişen olgularda, ameliyat sonrası takiplerde çift ön kamara oluşumu açısından dikkatli olmak gerekmektedir. Aynı zamanda, çift ön kamara gelişen olgularda erken müdahale önemlidir; ön kamara, hava/gaz enjeksiyonları ile durum kontrol edilebilir.

Khattak ve ark., ameliyat sonrası erken dönemde DALK sonrası PK'den daha yüksek oranda sütür gevşekliği bildirmişlerdir (sırasıyla %23, %4, $p<0,05$).²⁸ Yine aynı çalışmada, DALK sonrası %10, PK sonrası %3 olguda ameliyathane şartlarında tekrar sütürasyon gerekmiştir.²⁸ Çalışmamızda da sütür gevşekliği nedeniyle tekrar sütürasyon gereksinimi DALK sonrası (%10), PK'den (%0) daha sık olmuştur. DALK cerrahisinde erken dönemde gevşek sütür ile daha sık karşılaşılmasının nedeni, DM perfore etme çekişiyle daha yüzeysel sütür atılması olabilir. Cerrahi sırasında bu duruma dikkat edilmesi önerilmektedir. Ayrıca mental retardasyon gibi durumlarda, özellikle ameliyat sonrası daha güvenli olması nedeniyle DALK cerrahisi tercih edilmektedir. Ancak bu olgularda sütür gevşemesi, hem fark edilmesi hem de tekrar sütüre edilmesi açısından daha büyük sorun olabilmektedir; bu nedenle bu olgulara sütürasyon aşamasında daha fazla özen göstermek gerekir.

Çalışmamız retrospektif olması gibi bazı kısıtlılıklara sahiptir. Bunun yanında, cerrahilerin tecrübeli cerrahlar tarafından aynı teknikle yapılmasına rağmen cerrahların farklı oluşu sonuçlarımızı etkilemiş olabilir. Görmenin sadece görme keskinliği ile değerlendirilmesi, görme kalitesinin değerlendirilmesi çalışmamızın bir diğer kısıtlılığıdır. Aynı zamanda, cerrahilerin karşılaştırılmasında endotel

hücre sayısının incelenmemesi ve takip edilmemesi bir eksiklik olabilir. Özellikle DALK cerrahisinde teknikteki farklılıklar sonuçlar üzerine etkili olabilir. Çalışmamızda, manuel diseksiyonun ve rezidü stroma kalınlığının sonuçlar üzerine etkisinin incelenmemesi, çalışmamız için kısıtlayıcı bir faktördür.

SONUÇ

Keratokonüs olgularında uygulanan PK ve DALK cerrahilerinin uzun dönemdeki görsel ve refraktif sonuçları benzerdir. PK sonrası sık görülen GİB artışı ile DALK sonrasında daha az karşılaşılmaktadır. Aynı zamanda, PK'nin en önemli komplikasyonlarından biri olan greft red reaksiyonu da DALK cerrahisinden sonra daha az izlenmektedir. Keratokonüsle gözlerde DALK cerrahisi komplikasyonlar açısından daha güvenli bir seçenek olarak gözük-mektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi

bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Ahmet Kırgız, Burcu Kemer Atik, Erdem Erdoğan; **Tasarım:** Burcu Kemer Atik, Mehmet Özgür Çubuk, Erdem Erdoğan; **Denetleme/Danışmanlık:** Burcu Kemer Arık, Ahmet Kırgız, Nilay Kandemir Beşek, Sibel Ahmet; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Erdem Erdoğan, Burcu Kemer Atik, Mehmet Özgür Çubuk, Sibel Ahmet; **Analiz ve/veya Yorum:** Burcu Kemer Atik, Ahmet Kırgız, Nilay Kandemir Beşek; **Kaynak Taraması:** Mehmet Özgür Çubuk, Burcu Kemer Atik, Sibel Ahmet, Nilay Kandemir Beşek; **Makalenin Yazımı:** Burcu Kemer Atik, Ahmet Kırgız; **Eleştirel İnceleme:** Mehmet Özgür Çubuk, Sibel Ahmet; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Ahmet Kırgız, Nilay Kandemir Beşek, Burcu Kemer Atik; **Malzemeler:** Burcu Kemer Atik, Erdem Erdoğan.

KAYNAKLAR

- Santodomingo-Rubido J, Carracedo G, Suzaki A, Villa-Collar C, Vincent SJ, Wolffsohn JS. Keratoconus: an updated review. *Cont Lens Anterior Eye*. 2022;45(3):101559. [Crossref] [PubMed]
- Kennedy RH, Bourne WM, Dyer JA. A 48-year clinical and epidemiologic study of keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 1986;101(3):267-73. [Crossref] [PubMed]
- Flockerzi E, Xanthopoulou K, Goebels SC, Zemova E, Razafimino S, Hamon L, et al. Keratoconus staging by decades: a baseline ABCD classification of 1000 patients in the Homburg Keratoconus Center. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(8):1069-75. [Crossref] [PubMed]
- Hwang S, Lim DH, Chung TY. Prevalence and incidence of keratoconus in South Korea: a nationwide population-based study. *Am J Ophthalmol*. 2018;192:56-64. [Crossref] [PubMed]
- Singar E. Kornea ektazisine yaklaşım ve tedavi [Approach to corneal ectasia and treatment]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol*. 2021;30(1):55-74. [Crossref]
- Wisse RP, Kuiper JJ, Gans R, Imhof S, Radstake TR, Van der Lelij A. Cytokine expression in keratoconus and its corneal microenvironment: a systematic review. *Ocul Surf*. 2015;13(4):272-83. [Crossref] [PubMed]
- Bostancı Ceran B, Kalender Ş, Özateş S, Özdamar A. Epithelial thickness profile change after corneal crosslinking: a retrospective research. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol*. 2021;30(4):211-7. [Crossref]
- Şengör T, Aydın Kurna S. Update on contact lens treatment of keratoconus. *Turk J Ophthalmol*. 2020;50(4):234-44. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Watson SL, Ramsay A, Dart JK, Bunce C, Craig E. Comparison of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in patients with keratoconus. *Ophthalmology*. 2004;111(9):1676-82. [Crossref] [PubMed]
- Burcu A. Derin ön lameller keratoplasti. *Kornea Naklinde Yenilikler*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.91-9.
- Chen Y, Hu DN, Xia Y, Yang L, Xue C, Huang Z. Comparison of femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus. *BMC Ophthalmol*. 2015;15:144. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Gadhvi KA, Romano V, Fernández-Vega Cueto L, Aiello F, Day AC, Allan BD. Deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus: multisurgeon results. *Am J Ophthalmol*. 2019;201:54-62. [Crossref] [PubMed]
- Amalich-Montiel F, Alió Del Barrio JL, Alió JL. Corneal surgery in keratoconus: which type, which technique, which outcomes? *Eye Vis (Lond)*. 2016;3:2. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Coombes AG, Kirwan JF, Rostron CK. Deep lamellar keratoplasty with lyophilised tissue in the management of keratoconus. *Br J Ophthalmol*. 2001;85(7):788-91. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Shimazaki J, Shimamura S, Ishioka M, Tsubota K. Randomized clinical trial of deep lamellar keratoplasty vs penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 2002;134(2):159-65. [Crossref] [PubMed]
- Funnell CL, Ball J, Noble BA. Comparative cohort study of the outcomes of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye (Lond)*. 2006;20(5):527-32. [Crossref] [PubMed]

17. Ardjomand N, Hau S, McAlister JC, Bunce C, Galaretta D, Tuft SJ, et al. Quality of vision and graft thickness in deep anterior lamellar and penetrating corneal allografts. *Am J Ophthalmol.* 2007;143(2):228-35. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Kirkness CM, Ficker LA, Steele AD, Rice NS. The success of penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye (Lond).* 1990;4(Pt 5):673-88. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Lim L, Pesudovs K, Coster DJ. Penetrating keratoplasty for keratoconus: visual outcome and success. *Ophthalmology.* 2000;107(6):1125-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Amayem AF, Anwar M. Fluid lamellar keratoplasty in keratoconus. *Ophthalmology.* 2000;107(1):76-9; discussion 80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Anwar M, Teichmann KD. Deep lamellar keratoplasty: surgical techniques for anterior lamellar keratoplasty with and without baring of Descemet's membrane. *Cornea.* 2002;21(4):374-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Henein C, Nanavaty MA. Systematic review comparing penetrating keratoplasty and deep anterior lamellar keratoplasty for management of keratoconus. *Cont Lens Anterior Eye.* 2017;40(1):3-14. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Song Y, Zhang J, Pan Z. Systematic review and meta-analysis of clinical outcomes of penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus. *Exp Clin Transplant.* 2020;18(4):417-28. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Feizi S, Javadi MA, Karimian F, Abolhosseini M, Moshtaghion SM, Naderi A, et al. Penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty in children and adolescents with keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2021;226:13-21. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Acar BT, Esen D, Buttannı Bİ, Sevim ŞM. Keratokonus tedavisinde derin ön lameller keratoplasti [Deep anterior lamellar keratoplasty for treatment of keratoconus]. *Turk J Ophthalmol.* 2010;40(3):171-5. [[Crossref](#)]
26. Janiszewska-Bil D, Czarnota-Nowakowska B, Krysiak K, Lyssek-Boroń A, Dobrowolski D, Grabarek BO, et al. Comparison of long-term outcomes of the lamellar and penetrating keratoplasty approaches in patients with keratoconus. *J Clin Med.* 2021;10(11):2421. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Koçluk Y, Alymaç Sukgen E, Burcu A. Comparison of outcomes in patients who underwent deep anterior lamellar keratoplasty and those converted to penetrating keratoplasty. *Turk J Ophthalmol.* 2017;47(2):63-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
28. Khattak A, Nakhli FR, Al-Arfaj KM, Cheema AA. Comparison of outcomes and complications of deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty performed in a large group of patients with keratoconus. *Int Ophthalmol.* 2018;38(3):985-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. MacIntyre R, Chow SP, Chan E, Poon A. Long-term outcomes of deep anterior lamellar keratoplasty versus penetrating keratoplasty in Australian keratoconus patients. *Cornea.* 2014;33(1):6-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Kim KH, Choi SH, Ahn K, Chung ES, Chung TY. Comparison of refractive changes after deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus. *Jpn J Ophthalmol.* 2011;55(2):93-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Javadi MA, Feizi S, Yazdani S, Mirbabaee F. Deep anterior lamellar keratoplasty versus penetrating keratoplasty for keratoconus: a clinical trial. *Cornea.* 2010;29(4):365-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Cohen AW, Goins KM, Sutphin JE, Wandling GR, Wagoner MD. Penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty for the treatment of keratoconus. *Int Ophthalmol.* 2010;30(6):675-81. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Bahar I, Kaiserman I, Srinivasan S, Ya-Ping J, Slomovic AR, Rootman DS. Comparison of three different techniques of corneal transplantation for keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2008;146(6):905-12.e1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]