

Keratokonusta Femtosaniye Laser Yardımıyla Kornea İçi Halka (Keraring) Takılması

Raciha Beril Küçümen (*), Demir Başar (*), Murat Levent Alimgil (*)

ÖZET

Amaç: Keratokonusta hastalarda femtosaniye laser yardımıyla takılan kornea içi halka (Keraring) ameliyatının sonuçlarını araştırmak.

Gereç Yöntem: Klinik ve topografik olarak keratokonusta tanısı konmuş 10 hastanın 12 gözü çalışmaya dahil edildi. Olgularda femtosaniye laser ile kornea tüneli oluşturulmasını takiben kornea içi halkalar implante edildi. Bir göze 210 derecelik tek Keraring 1 göze 90 derecelik çift Keraring, 1 göze 120 derecelik çift Keraring, 9 göze 160 derecelik çift Keraring takıldı. Olguların ameliyat öncesi ve sonrası refraksiyonu, düzeltilmemiş ve en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri, kornea topografileri ve ön segment optik koherens tomografileri değerlendirildi.

Bulgular: Hastaların yaş ortalaması 32.5 ± 9.4 seneydi. Operasyonun femtosaniye laser ve implantasyon aşamalarında komplikasyona rastlanmadı. Düzeltilmemiş görme keskinliği, ameliyat öncesi ortalama 0.095 ± 0.095 (0.01-0.3) 'den, 6. ayda 0.30 ± 0.19 (0.1-0.67) 'a yükseldi ve aradaki fark ileri derecede anlamlı bulundu ($p=0.002$). En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, ameliyat öncesinde ortalama 0.40 ± 0.30 (0.16-1.0) iken, 6. ayda 0.55 ± 0.23 (0.2-1.0) olarak saptandı ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0.02$). Sferik refraksiyon, ameliyat öncesinde ortalama -4.42 ± 4.11 dioptri (D) (-14.00,+0.25 D) iken, 6. ayda -1.13 ± 1.39 D (-3.5,+1.0D) olarak tesbit edildi. Preoperatif sferik refraksiyon ile postoperatif 6. ayın sferik refraksiyonu arasındaki fark ileri derecede anlamlı bulundu ($p=0.003$). Silindirik refraksiyon ameliyat öncesinde ortalama -4.60 ± 2.74 D (-9.75, -0.50 D) iken 6. ayda -1.67 ± 1.38 D (-4.50, 0.00 D) olarak bulundu. Preoperatif astigmatizma ile postoperatif 6. ayın astigmatizması arasındaki fark istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı bulundu ($p=0.005$). Refraksiyon değerinin sferik ekivalanı preoperatif -5.96 ± 4.12 (-15.00, -1.00 D) dioptriden 6. ayda -1.93 ± 1.32 D'ye (-4.25, +0.50 D) değişti, bu değişiklik te ileri derecede anlamlı idi ($p=0.002$).

Sonuç: Femtosaniye laser yardımıyla takılan kornea içi halka ameliyatı keratokonusta hastalarda görme keskinliğini artıran etkili ve emniyetli bir tedavi yöntemidir.

Anahtar Kelimeler: Femtosaniye laser, kornea içi halka, keratokonusta, Keraring

SUMMARY

Femtosecond Laser Assisted Intrastromal Corneal Ring Segment (Keraring) Implantation in Keratoconus

Purpose: To report results of femtosecond laser assisted intrastromal corneal ring segment (Keraring) implantation in patients with keratoconus.

(*) Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, İstanbul

Yazışma adresi: Yard. Doç. Dr. Raciha Beril Küçümen, Şakir Kesebir Sokak, No: 28, Balmumcu - Beşiktaş, İstanbul E-posta: berilkucumen@hotmail.com

Mecmuaya Geliş Tarihi: 23.12.2008

Düzeltilmeden Geliş Tarihi: 22.01.2009

Kabul Tarihi: 25.01.2009

Material-Methods: Twelve eyes of 10 patients with clinically and topographically verified keratoconus have been included in the study. Intrastromal corneal ring segments were implanted following tunnel creation by femtosecond laser. In one eye a single 210° Keraring segment has been implanted, one eye received double 90° Keraring segments, another eye received double 120° Keraring segments and 9 eyes received double 160° Keraring segments.

Results: Mean age of patients was 32.5 ± 9.4 years. No complication has occurred during femtosecond laser and implantation stages of the operation. Mean uncorrected visual acuity has increased from 0.095 ± 0.095 (0.01-0.3) preoperatively to 0.30 ± 0.19 (0.1-0.67) at 6th postoperative month and this was statistically high significant ($p=0.002$). Mean best corrected visual acuity increased from 0.40 ± 0.30 (0.16-1.0) preoperatively to 0.55 ± 0.23 (0.2-1.0) at 6th postoperative month and this was statistically significant ($p=0.02$). Mean preoperative spherical refraction was -4.42 ± 4.11 diopters (D) (-14.00,+0.25 D) whereas mean postoperative spherical refraction at 6th month was -1.13 ± 1.39 D (-3.5,+1.00 D). Difference between mean preoperative spherical refraction and mean postoperative spherical refraction was statistically high significant ($p=0.003$).

Mean preoperative cylindrical refraction was -4.60 ± 2.74 D (-9.75, -0.50 D) and mean postoperative cylindrical refraction at 6th month was -1.67 ± 1.38 D (-4.50, 0.00 D), their difference was found to be statistically high significant ($p= 0.005$).

Mean preoperative spherical equivalence has changed from -5.96 ± 4.12 D (-15.00, -1.00 D) to -1.93 ± 1.32 D (-4.25, +0.50 D) at 6th postoperative month and this was also statistically high significant ($p=0.002$).

Conclusion: Femtosecond laser assisted intrastromal corneal ring segment implantation (Keraring) is a safe and effective method for the correction of keratoconus.

Key Words: Femtosecond laser, intrastromal corneal ring segments, keratoconus, Keraring

GİRİŞ

Keratokonüs, korneanın sebebi bilinmeyen, inflamuar olmayan, progresif düzensiz incelmesidir. Korneada dikleşme, parasantral incelmeye, miyopide ilerleme ve düzensiz astigmatizma oluşur; bunların sonucunda da görme keskinliğinde azalma meydana gelir (1). Keratokonüsün tedavisinde erken evrelerde, gözlük ve kontakt lensler yeterli olabilir, ancak korneanın ileri derecede düzensiz olduğu ve stroma opasitelerinin geliştiği ileri evrelerde, kornea nakli son cerrahi alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (2). Kontakt lensi tolere etmeyen ve gözlükle rehabilite olamayan keratokonüs hastaları için bazı tedavi yöntemleri geliştirilmiş, bunların çoğu başarılı olmayan ve yüz güldürmeyen sonuçlarından dolayı daha sonra bırakılmışlardır. Fotorefraktif keratektomi ve radyal keratotomi bu yöntemler arasında sayılabilir (3,4).




Son zamanlarda keratokonüs tedavisinde kornea içi halkaların takılması hem görsel rehabilitasyon hem de kornea naklini geciktirmesi açısından yeni bir tedavi metodu olarak karşımıza çıkmaktadır (5-7). Kornea içi halka ameliyatının avantajları arasında topikal anestezi altında uygulanabilirliği, geri dönüşümlü bir cerrahi teknik olma özelliği ve kornea merkezindeki optik zonun saydamlığının cerrahiden etkilenmemesi sayılabilir.

Günümüzde tedavi seçeneği olarak iki değişik tasarımlı kornea içi halka bulunmaktadır. Bunlardan biri Intacs (Addition Technologies, Fremont, CA) diğeri ise Keraring (Mediphacos, Belo Horizonte, Brazil) olup Pablo Ferrara tarafından tasarlanmıştır (6-8). Keraring'lerin teknik özellikleri Tablo 1'de görülmektedir. Takılacak halka segmentlerinin seçiminde, korneadaki

Tablo 1. Kornea içi halka (Keraring) segmentlerinin teknik özellikleri

Keraring	Parametre
Tasarım (kesit)	Üçgen
İç Çap	5.40 mm
Dış Çap	6.60 mm
İmplantasyonun oryantasyon noktası	Pupilla merkezi
İmplantasyon derinliği	Kornea kalınlığının %80'i
Ark uzunluğu	90, 120, 160, 210 derece
Segment kalınlıkları	0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35 mm
Materyal	Polimetilmetakrilat veya akrilik perspex CQ

Tablo 2. Kon yerleşimine göre ektazinin şematik görünümü ve tiplendirilmesi

Kon Yerleşimi	Ektazi Tipi	Açıklama
	Tip 1 Ektazi	Ektazik bölgenin tamamı korneanın dik ekseninin bir tarafında yer alır.
	Tip 2 Ektazi	Dik eksen ektazik bölgeden, bu bölgeyi iki asimetrik parçaya ayıracak şekilde geçmektedir. Konun yaklaşık 1/3'ü dik eksenin bir tarafında, 2/3'ü ise diğer tarafında yer alır.
	Tip 3 Ektazi	Ektazi bölgesi korneanın dik ekseninin her iki tarafında eşit olarak yer alır.

Tablo 3. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 6.aydaki görme keskinliği, refraksiyon ve keratometrik indekslerini göstermektedir.

Parametreler	Ameliyat öncesi ortalama ± standart deviasyon	Ameliyat sonrası 6.ay ± standart deviasyon	P Değeri
Düzeltilmemiş GK	0,095 ± 0,095	0,30 ± 0,19	0,002
En iyi Düzeltilmiş GK	0,40 ± 0,30	0,55 ± 0,23	0,02
Sferik Refraksiyon (D)	-4,42 ± 4,11	-1,13 ± 1,39	0,003
Silindirik Refraksiyon (D)	-4,60 ± 2,74	-1,67 ± 1,38	0,005
Sferik Eşdeğer (D)	-5,96 ± 4,12	-1,93 ± 1,32	0,002
K _{max}	52,73 ± 5,11	48,00 ± 4,31	0,04
K _{min}	47,37 ± 3,82	45,06 ± 3,08	0,08
K _{average}	50,05 ± 4,23	-45,00 ± 3,58	0,04
I-S asimetrisi	-9,85 ± 5,42	-3,47 ± 5,95	0,14

I-S asimetrisi = Dioptrik değer olarak inferior superior asimetrisi

K_{max} = Dioptrik değer olarak 3 mm'lik pupiller zonda maksimum keratometrik ölçüm

K_{min} = Dioptrik değer olarak 3 mm'lik pupiller zonda minimum keratometrik ölçümü

K_{average} = Dioptrik değer olarak 3 mm'lik pupiller zonda ortalama keratometrik ölçümü

Düzeltilmemiş GK = Ondalık sayı olarak düzeltilmemiş görme keskinliği

En iyi düzeltilmiş GK = Ondalık sayı olarak en iyi düzeltilmiş görme keskinliği

D = Dioptri

ektazi bölgesinin yerleşimi ön plana çıkmaktadır. Kornea topografisinde belirlenen dik eksen esas alınarak ektazi tiplemesi yapılmış ve konulan endikasyon bu esasa dayandırılmıştır (Tablo 2). Bu aşamadan sonra üretici firmanın önerdiği nomogramlar üzerinden hastanın topografik, pakimetrik ve refraktif özelliklerine dayanılarak farklı uzunluk ve kalınlıktaki halka seçeneklerinden bir ya da ikisi takılır. Resim 1, 2, ve 3a'da farklı Kera-ring segmentleri ile tedavi edilmiş hastaların ön segment fotoğrafları görülmektedir.

Kornea içi halkalar mekanik yöntemle takılabilirler de son zamanlarda femtosaniye laser teknolojisi yardımıyla da takılabilmektedirler (8,9). Bu çalışmada Intra-

Lase femtosaniye laser cihazı (IntraLase; femtosecond laser 30 kHz, AMO-IntraLase Corp., Irvine, CA) ile Kera-ring implantasyonu yapılmış keratokonus hastalarının görsel, refraktif ve topografik-keratometrik sonuçlarını değerlendirmekteyiz.

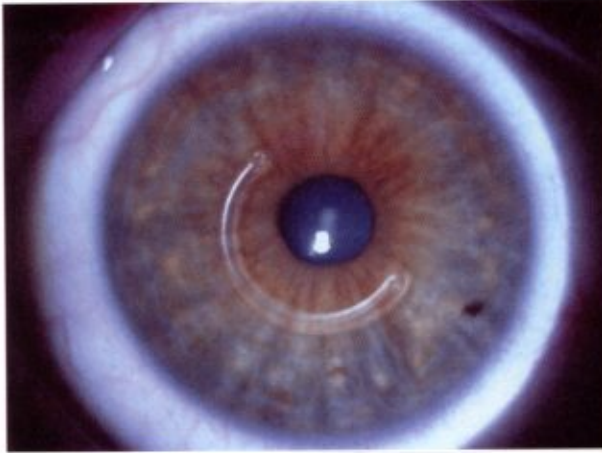
YÖNTEM ve GEREÇ

Bu prospektif çalışmaya 10 keratokonus hastasının 12 gözü dahil edildi. Hastaların 4'ü erkek, 6'sı kadın olup, operasyon 2 kadın hastada bilateral olarak gerçekleştirildi. Hastalara müdahaleden önce araştırma protokolü ile ilgili açıklama yapılarak yazılı onam alındı ve Helsinki Deklarasyonu Prensiplerine uygunluğu hasta-

Resim 1. 28 yaşında kadın hasta sağ göz: *Forme fruste keratokonus tanısıyla 90 derecelik 150 mikron kalınlığında iki adet Keraring segmenti takılmıştır.*

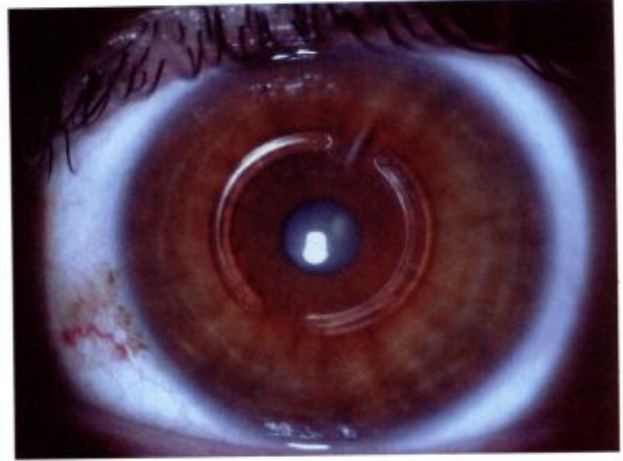


Resim 2. 20 yaşında kadın hasta sağ göz: *Manifest keratokonus tanısıyla 210 derecelik 250 mikron kalınlığında Keraring segmenti takılmıştır. Hastanın diğer gözü penetran keratoplasti geçirmiştir.*



nenin etik kurulu tarafından onaylandı. Ameliyat öncesi veriler Tablo 3' te görülmektedir. Tüm hastalarda topografik olarak *forme fruste* ya da manifest keratokonus mevcuttu. Hastalar, ameliyat öncesi düzeltilmemiş görme keskinliği (DGK), refraksiyon, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), biyomikroskopik muayene, gözdibi muayenesini içeren tam bir oftalmolojik muayeneden geçirildi. Kornea topografileri Allegretto Wave Topolyzer ve Galilei (Ziemer USA, Inc.) ile, ultrasonik pakimetre (Cornea Scan II 5, Sonogage, Inc., Cleveland, OH) ve ön segment optik koherens tomografileri (ÖS-OKT), Visante OCT (Carl Zeiss Meditec Inc, Jena, Germany) ile çekildi. Ameliyat sonrası 1. gün, 1 hafta, 1., 3., ve 6. aylarda kontrol muayeneleri yapıldı.

Resim 3a. 28 yaşında kadın hasta sol göz: *Forme fruste keratokonus nedeniyle takılan 160 derecelik 150 mikron kalınlığında iki adet Keraring segmentleri takılmıştır.*



Resim 3b. Aynı hastanın ön segment optik koherens tomografisi ile çekilen yüksek çözünürlüklü kornea taraması görülmektedir. Halka segmentlerinin stroma içindeki lokalizasyonu ideal derinliktedir.



CERRAHİ TEKNİK

Takılacak kornea içi halkanın kalınlığı ve yay uzunluğuna, üretici firmanın hazırladığı nomogramdan faydalanılarak karar verildi. Kornea topografisinde en dik meridyen baz alındı ve ektazi bölgesinin konumuna göre 1 ya da 2 segment implante edildi (Tablo 2). Santalize konlarda 2 simetrik segment takıldı. Hafif asimetrik konlarda, farklı kalınlıkta 2 segment takıldı; kalın olan segment, konun belirgin olduğu temporal inferiordaki kornea bölgesine yerleştirildi. Çok asimetrik konda ise temporal inferior yerleşimli 210 derecelik tek segment tercih edildi.

Ameliyatlar topikal anestezi altında gerçekleştirildi. Ameliyat öncesi medikasyon olarak proparakain hidroklorid %0.5 ve siprofloksasin %0.3, 3 defa 5 dakika ara

ile damlatıldı. Göz steril olarak örtüldükten sonra pupilla merkezi işaretlendi. Femtosaniye laserin tek kullanım- lık vakum halkası yerleştirildi. Tünel 5-7 mm mesafede- ki en ince parasantral kornea kalınlığının %80'i derinli- ğinde femtosaniye laser yardımıyla gerçekleştirildi. Kesi 1.2 mm uzunluğunda, topografik astigmatizmanın dik olduğu eksende tünele dik olarak oluşturuldu. Orta- lama implantasyon derinliği 392 μ m (330-45 μ m) olarak hesaplandı. Tünelin iç çapı 4.6-4.9 mm arasında dış çapı ise 5.6-5.8 mm arasında takılacak segmentin segment kalınlığına göre ayarlandı. Böylece tünelin eni 0.7 mm ile 1.1 mm arasında değişmekteydi. Tüm gözlerde tünel enerjisi 250 mJ, kesi enerjisi ise 1.50 mJ olup işlem 12 saniye kadar sürdü. 250 mikron ve daha kalın segment- ler için geniş tünel parametreleri tercih edildi.

Femtosaniye laser işleminden 3 dakika sonra ÖS- OKT ile tünelin stromadaki derinliği ve kalitatif özellik- leri kontrol edildi, uygun bulunduktan sonra hasta ame- liyathane ortamına alındı. Göz aseptik şartlarda steril şartlarda örtüldükten sonra konjonktival kese %2.5 povi- don iyot ile yıkandı ve 3 dakika bekletildi. Mikroskop altında kesi yeri ve tünel girişi özel spatüllerle implan- tasyona hazırlandı, kavrama penseti yardımıyla halka segmentleri önce bir taraf sonra öbür tarafa yerleştirildi. Sinsky kancası ile segment ucundaki delik manipule edilerek halkalar kornea stroması içinde arzu edilen ko- numaya getirildi, kesi yerine sütür konmadı. Tüm bu iş- lemler esnasında kornea epiteli zedelenmemeye çalışıldı ve antibiyotikli damla ve bandajla operasyon tamamlandı. Ameliyatlar tek bir cerrah tarafından gerçekleştirildi (RBK).

Ameliyat sonrası tedavi olarak günde 5 defa siprof- loksasin % 0.3 ve suni göz yaşı damlası verildi; hasta 1.gün, 1 hafta, 1.ay, 3. ay ve 6. aylarda kontrollere çağırıldı. İstatistiksel analiz için nonparametrik Wilcoxon işaretli sıra testi kullanıldı, $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi.

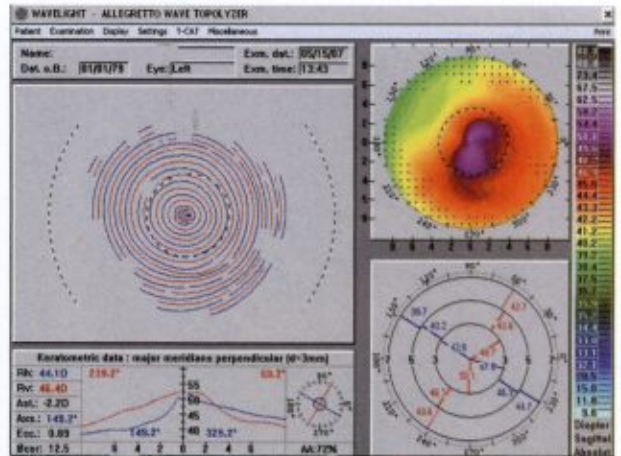
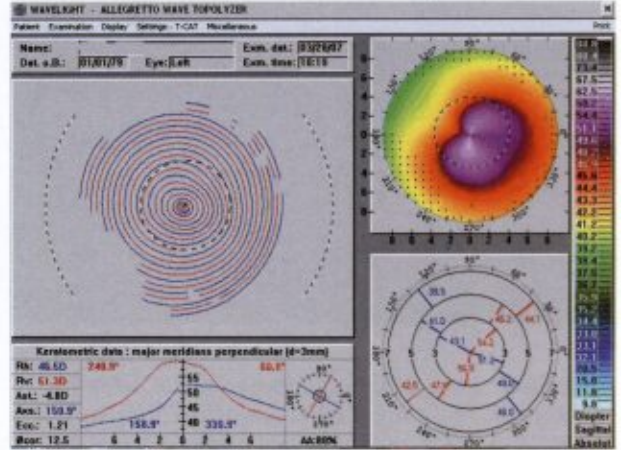
SONUÇLAR

Hastaların üçü bir gözünden keratokonus nedeniyle en az 2 sene önce penetran keratoplasti ameliyatı geçirmişti; bu hastalarda halka implantasyonu diğer gözde gerçekleştirildi. İki hastanın her iki gözüne 1 hafta arayla Keraring implantasyonu yapıldı. Geri kalan 5 hastanın bir gözüne Keraring takıldı diğer gözdeki *forme fruste* keratokonus refraktif ve topografik olarak takibe alındı.

Tablo 3'te ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 6.ay bulguları ile istatistik sonuçları görülmektedir.

Hastaların yaş ortalaması 32.5 \pm 9.4 sene (20-46 se- ne) idi. DGK ameliyat öncesi ortalama 0.095 \pm 0.095 (0.01-0.3) iken, 1. ayda 0.32 \pm 0.22 (0.1-0.8), 6. ayda 0.30 \pm 0.19 (0.1-0.67)'a yükseldi. Ameliyat öncesi DGK

Resim 4a ve b. 43 yaşında kadın hastanın sol gözünün operasyondan önce ve sonraki topografileri. Ameliyat öncesi K max 51.3 dioptri (D) olarak ölçülmüş, ameliyat sonrasında ise 46.4 dioptri olarak bulunmuştur; bu parametrede 4.9 dioptrilik bir azalma görülmektedir. K min ise 46.5 dioptriden 44.1 D ye düşmüştür. Astigmatizma değeri 2.6 dioptri azalmıştır.



ile ameliyat sonrası 6.ay DGK'si arasındaki fark, ileri derecede anlamlı bulundu ($p=0.002$). Snellen eşeli ile yapılan ölçümlerde DGK ortalama 2 sıra artmış olarak bulundu.

EİDGK ameliyat öncesinde ortalama 0.40 \pm 0.30 (0.16-1.0) iken, 1 ayda 0.60 \pm 0.28 (0.3-1.0), 6. ayda 0.55 \pm 0.23 (0.2-1.0) olarak saptandı. Ameliyat öncesi EİDGK ile ameliyat sonrası 6.aydaki EİDGK arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0.02$). EİDGK ortalama 2 sıra artmış olarak bulundu.

Sferik refraksiyon, ameliyat öncesinde ortalama -4.42 \pm 4.11 dioptri (D) (-14.00 D, +0.25 D), iken 1. ayda -0.73 \pm 1.75 D (-5.0, +1.25 D), 6. ayda -1.13 \pm 1.39 D (-3.50 D, +1.00 D) olarak tesbit edildi. Ameliyat ön-

cesi sferik refraksiyon ile ameliyat sonrası 6.ayın sferik refraksiyonu arasındaki fark ileri derecede anlamlı bulundu ($p=0.003$).

Silindirik refraksiyon ameliyat öncesinde ortalama -4.60 ± 2.74 D (-9.75 D, $+0.50$ D), iken 1. ayda -2.15 ± 1.50 D (-5.50 , -0.50 D), 6. ayda 1.67 ± 1.37 D (-4.50 D, 0.0 D) olarak bulundu. Ameliyat öncesi astigmatizma ile ameliyat sonrası 6.ayın astigmatizması arasındaki fark ileri derecede anlamlı bulundu ($p=0.005$).

Ameliyat sonrası altıncı ayın sonunda sferik refraksiyondaki azalma ortalama 3.29 D, astigmatizmadaki azalma ortalama 2.93 D, sferik eşdeğerdeki azalma ise ortalama 4.05 D olarak bulundu.

Topografik olarak ölçülen keratometre parametrelerinden K_{max} ve $K_{average}$ istatistiksel olarak anlamlı derecede azalırken ($p=0.04$), K_{min} ve I-S asimetrisinde anlamlı bir fark saptanmadı (sırasıyla $p=0.08$ ve 0.14) (Resim 4a,4b).

Cerrahi sırasında femtosaniye laser ile tünel hazırlanması aşamasında komplikasyon oluşmadı. Sadece segmentlerin takılması esnasında bir hastada nazal segment takıldıktan sonra temporal tarafa takılan 2. segmentin tünelin yarısından sonra ilerlemediği görüldü. O taraftaki tünelin patent olup olmadığını anlamak için özel mekanik yöntem spatülü (clock-wise spatula) 180 derece döndürüldü; bu işlemden sonra segmentin rahatlıkla ilerlediği gözlemlendi. Tünelin içinde bazı doku bağlantılarının kalmış olabileceği ve segmentin bu yüzden takılamadığı düşünüldü. Ön kamara veya kornea dışına perforasyon gibi majör komplikasyonlar yaşanmadı.

Ameliyat sonrası dönemde ön segment optik koherens tomografisi ile çekilen yüksek rezolüsyonlu kornea taramalarında halka yerleşimleri öngörülen derinliklerdeydi (Resim 3b). Halka ekspozisyonu, kornea ülseri veya nekrozu görülmedi. Bir olgunun 1. ay kontrolünde sağ gözdeki temporal segmentin kesi altına doğru hafif migrasyon gösterdiği ama kesi yerinde ayrılma, keratit ya da başka bir komplikasyon oluşturmadığı gözlemlendi; bu yüzden repozisyona gerek görülmedi. Bu hasta kişisel sebeplerden çok ağladığını ve gözünü çok ovuşturduğunu bildirdi; altıncı ay ve daha sonraki kontrollerinde durum stabildi. Üçyüz mikron kalınlığında çift segment takılmış olan bir diğer hastanın implantasyondan 1 sene sonra geldiği ilk kontrolünde temporal halkanın üst ucunun yüzeyleştiği ancak korneayı perfore etmediği biyomikroskop ve ÖS-OKT'de görüldü. Operasyon sonucundan çok memnun olan ve eksplantasyonu onaylayan hasta keratoplasti için bekleme listesine dahil edildi. Diğer iki hastada 1 sene sonra tünel içinde beyaz depozitler görüldü ancak subjektif şikayet oluşturmadığı için hastalar takibe alındı.

TARTIŞMA

Keratokonus hastalığı, başlangıç evrelerinde diğer bir deyimle topografik olarak tanı konulan *forme fruste* tipinde gözlük ve kontakt lens ile tedavi edilebilir. Çok ileri keratokonusta ise tedavi yöntemi lameller ya da penetran keratoplastidir (1,2). Bu iki formun arasında kalan orta seviyelerdeki keratokonusta hastalar çoğu kez kontakt lens uygulamalarından ve gözlükle erişebildikleri görme keskinliği seviyesinden memnun kalmamaktadırlar. Bu grup hastalarda yüksek astigmatizma, greft reddi gibi olası ameliyat sonrası komplikasyonlar, keratoplasti cerrahisi açısından gerek hasta gerekse cerrahin çekimser kalmasına neden olabilir. Dolayısıyla orta seviyelerdeki keratokonusun tedavisi son zamanlara kadar sorun teşkil etmiş ve bir fikir birliğine varılmamıştır.

Keratokonus tedavisinde kornea içi halka implantasyonu *forme fruste* keratokonus ve daha ileri seviyelerdeki keratokonus hastalarında özellikle keratoplasti endikasyonu konmadan önce uygulanan yeni bir tedavi yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (5-10). Colin ve arkadaşları Intacs (Addition Technologies, Fremont, CA) yöntemi ile keratokonusa bağlı astigmatizmanın azaldığını ve görme keskinliğinin arttığını ilk kez bildiren yazarlardır (5). Ülkemizde de bu sonucu destekleyen Intacs'la yapılmış çalışmalar mevcuttur (8,10). Intacs'tan sonra geliştirilmiş olan Keraring, Intacs'a nazaran korneanın optik merkezine daha yakın takılan, değişik tasarım alternatifleri bulunan halka segmentleridir. Serimizde çok farklı refraksiyon ve topografik özellikleri olan hastaların Keraring ile tedavi edilebildiklerini gördük. Sonuçlarımız refraktif ve görsel açıdan literatürdeki sonuçlarla uyumlu olarak bulunmuştur (9,11).

Kornea içi halka implantasyonunda amaç, kontakt lens intoleransı olan hastanın refraktif kusurunu düşürerek DGK'ni artırmak, EİDGK'ni artırmak, hastayı kontakt lens ve gözlük kullanabilir duruma getirmektir. Keraring özellikle kornea ektazilerini tedavi amacıyla tasarlanmış ve geliştirilmiş olup korneayı stabilize etmeyi ve keratoplasti ameliyatını ertelemeyi amaçlamaktadır. Gözlük ve kontakt lens ile görmesi artmayan olgularda, kontakt lens intoleransında, ilerleyen keratokonusta, kornea merkezinde apikal skarı bulunmayan ve halka takılacak bölgede pakimetri değerinin $450 \mu\text{m}$ ve üzerinde olduğu olgularda endikedir. Keraring keratokonus dışında, pellusid marjinal dejenerasyon, refraktif cerrahi sonrası kornea ektazisi, penetran keratoplasti sonrası düzensiz astigmatizmada ve post travmatik düzensiz astigmatizmada tedavi seçeneği olabilir (12).

Kornea içi halkalar mekanik yöntemle ve femtosaniye laser yöntemi ile takılabilir. Femtosaniye laser kızıllı ötesi, neodymium laser olup dalga boyu 1053 nanomet-

redir. Üç mikron çapındaki laser ışını kornea ön yüzeyinden 90 ile 400 mikron arasında istenilen derinliğe, bilgisayar aracılığıyla yönlendirilir. Laser spotları karbondioksit ve su buharı içeren mikrokavitasyon baloncukları oluşturur; bu baloncuklar birleşerek bir disseksiyon düzlemi meydana getirirler. Bütün bu işlemler çok kısa bir sürede meydana geldiği için doku ısınmaz (9,11,13). Femtosaniye laser ile sadece 12 saniye içinde korneada tünel oluşturulmaktadır. Bu maksatla kullanılan IntraLase cihazı ile ağrı, baskı, gerginlik gibi subjektif şikayetler mekanik yöntemle göre daha az hissedilir. Olgularımızın hiçbirinde femtosaniye laserle komplikasyon yaşamadık, ameliyat sonrası dönemde ön segmentte reaksiyon ve enfeksiyonla karşılaşmadık.

Kerating ameliyatının bir başka avantajı hastaların ameliyatı takip eden 1. günde bile görsel rehabilitasyona kavuşmalarıdır. Refraktif değişiklikler 3. aya kadar sürebilir ama bu değişiklikler bizim kendi serimizde gözlemlediğimiz gibi istatistiksel olarak anlamlı seviyede değildir. Yine de çalışmamız 6 aylık takip süresi nedeniyle uzun vadeye dönük çıkarımlar yapılmasına elvermemektedir.

Kollajen çapraz bağlama yöntemi son zamanlarda mucizevi bir tedavi yöntemi olarak karşımıza çıksa da santral kornea kalınlığının 400 mikronun altında olduğu olgularda uygulanamıyor olması ve refraksiyon kusurunu 1 sene içinde 1.14 dioptri düşürmesi, görme keskinliğini minimal düzeyde artırması gibi dezavantajları vardır (14). Oysa kornea içi halka segmentleri, çalışmamızda da görüldüğü gibi sadece refraksiyon kusurunu düşürmekle kalmayıp düzeltilmemiş görme keskinliğini de 2 sıra artırmıştır. Kollajen çapraz bağlama ile kornea içi halka ameliyatının kombine edilmesi veya ardışık olarak yapılması bu hastalığın tedavisine yeni bir boyut kazandırabilir.

Kornea içi halka ameliyatının ileri teknolojiyle yapılması, topikal anestezi altında kısa sürede gerçekleştirilmesi, göreceli az ağrılı olması ve hemen ertesi gün sonuç alınabilmesi bu ameliyatın avantajları arasında sayılabilir. Bu girişimin bir başka avantajı ise geri dönüşümlü bir ameliyat olma özelliğidir. Asbell ve arkadaşları kornea içi halka segmentlerinin topikal anestezi altında kolaylıkla çıkarıldıklarını ve gözlerin 3 ay içinde ameliyat öncesi refraktif değerlere ulaştığını bildirmişlerdir (15).

Sonuç olarak femtosaniye laser yardımıyla Keraring implantasyonu, keratokonus tedavisinde etkili, emniyetli, minimal invaziv bir cerrahi teknik olarak görünmektedir. Çalışmamızdaki sınırlı hasta sayısından dolayı, kesin sonuçlara varmak için geniş ve uzun takipli seriler içeren araştırmalara gereksinim olduğu düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293-322.
2. Barraquer RI. Penetrating keratoplasty in keratoconus. In: Alió JL, Belda JS, eds. *Treating Irregular Astigmatism and Keratoconus*. El Dorado, Panama: Highlights of Ophthalmology International; 2004:305-333.
3. Doyle SJ, Hynes E, Naroo S, Shah S. PRK in patients with keratonic topography picture: the concept of a physiological "displaced apex syndrome." *Br J Ophthalmol* 1996;80:25-28.
4. Kremer I, Shochot Y, Kaplan A, Blumenthal M. Three year results of photoastigmatic refractive keratectomy for mild and atypical keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:1581-1588.
5. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1117-1122.
6. Alió JL, Shabayek MH, Belda JI, et al. Analysis of results related to good and bad outcomes of INTACS implantation for keratoconus correction. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:756-761.
7. Alió JL, Shabayek MH, Artola A. Intracorneal ring segments for keratoconus correction: long-term follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:978-985.
8. Tunc Z, Deveci N, Şener B, Bahçeciöğlü H. Corneal ring segments (INTACS) for the treatment of asymmetrical astigmatism of the keratoconus: Follow-up after 2 years. *J Fr Ophthalmology* 2003;26:824-830.
9. Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction. *Ophthalmology* 2007;114:1643-1652.
10. Coşkunseven E, Özkılıç E, Önder M, Toygar B, Koray A, Devranoğlu K, Balcı Ö. Keratokonus tedavisinde Intacs. *T Oft Gaz* 2007; 37:98-106.
11. Coskunseven E, Kymionis GD, Tsiklis NS, Atun S, Arslan E, Jankov MR, Pallikaris IP. One-year results of intrastromal corneal ring segment implantation (KeraRing) using femtosecond laser in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008; 145:775-779.
12. Küçümen RB. Refraktif cerrahi sonrası kornea ektazisi. *T Oft Gaz* 2007; 37:391-396.
13. Ratkay-Traub I, Farincz IE, Juhasz T, et al. First clinical results with the femtosecond neodymium-glass laser in refractive surgery. *J Refract Surg* 2003;19:94-103.
14. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003; 135:620-627.
15. Aspell PA, Ucakhan OO, Abbott RL, Assil KA, Burris TE, Durrie DS, Lindstrom RL, Scahanzlin DJ, Verity SM, Waring GO 3rd. Intrastromal corneal ring segments: reversibility of refractive effect. *J Refract Surg* 2001;17:25-31.