



Fotorefraktif Keratektomi ve Küçük Kesiden Lentikül Ekstraksiyonu Sonrası Kornea Biyomekaniksel Özelliklerindeki Değişimin Karşılaştırılması

Comparison of Changes in Corneal Biomechanical Properties after Photorefractive Keratectomy and Small Incision Lenticule Extraction

Yusuf Yıldırım*, Onur Ölçücü*, Abdurrahman Başcı*, Alper Ağca*, Engin Bilge Özgürhan*, Cengiz Alagöz*, Ali Demircan**, Ahmet Demirok*

*Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Rize Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Rize, Türkiye

Öz

Amaç: Düşük ve orta dereceli miyopi tedavisinde fotorefraktif keratektomi (FRK) ve küçük kesili lentikül ekstraksiyonu (KKLE) sonrası kornea biyomekaniksel özelliklerindeki değişimin karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Düşük ve orta dereceli miyopi tedavisinde FRK uygulanmış 23 hastanın 42 gözü ve KKLE uygulanmış 22 hastanın 42 gözü geriye dönük olarak değerlendirildi. Korneal histerezis (KH) ve korneal rezistans faktörü (KRF) işlem öncesi ve sonrası 6. ayda Ocular Response Analyzer cihazı ile ölçüldü. Ayrıca miyopik düzeltme miktarı ile biyomekaniksel değişiklikler arasındaki ilişki araştırıldı.

Bulgular: İşlem öncesi FRK grubunda $10,4 \pm 1,3$ mmHg olan KH değeri işlem sonrası anlamlı derecede azalarak $8,5 \pm 1,3$ mmHg olarak bulundu; KKLE grubunda ise $10,9 \pm 1,7$ mmHg iken işlem sonrası $8,4 \pm 1,5$ mmHg olarak bulundu. İşlem öncesi FRK grubunda $10,8 \pm 1,1$ mmHg olan KRF değeri işlem sonrası anlamlı derecede azalarak $7,4 \pm 1,5$ mmHg olarak bulundu; KKLE grubunda ise $11,1 \pm 1,5$ mmHg iken işlem sonrası $7,9 \pm 1,6$ mmHg olarak bulundu. Her iki grupta da, miyopik düzeltme miktarı ile biyomekaniksel özelliklerdeki değişim arasında anlamlı korelasyon saptandı [FRK (KH; $r = -0,29$, $p = 0,045$, KRF; $r = -0,07$, $p = 0,05$) ve KKLE (KH; $r = -0,25$, $p = 0,048$, KRF; $r = -0,37$, $p = 0,011$)].

Sonuç: FRK ve KKLE işlemlerinin her ikisi de korneanın biyomekaniksel gücünü etkiler. Biyomekaniksel değişiklik miktarı FRK'ye göre KKLE işleminde daha fazladır.

Anahtar Kelimeler: Fotorefraktif keratektomi, küçük kesili lentikül ekstraksiyonu, miyopi

Summary

Objectives: To compare the postoperative biomechanical properties of the cornea after photorefractive keratectomy (PRK) and small incision lenticule extraction (SMILE) in eyes with low and moderate myopia.

Materials and Methods: We retrospectively examined 42 eyes of 23 patients undergoing PRK and 42 eyes of 22 patients undergoing SMILE for the correction of low and moderate myopia. Corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF) were measured with an Ocular Response Analyzer before and 6 months after surgery. We also investigated the relationship between these biomechanical changes and the amount of myopic correction.

Results: In the PRK group, CH was 10.4 ± 1.3 mmHg preoperatively and significantly decreased to 8.5 ± 1.3 mmHg postoperatively. In the SMILE group, CH was 10.9 ± 1.7 mmHg preoperatively and decreased to 8.4 ± 1.5 mmHg postoperatively. CRF was significantly decreased from 10.8 ± 1.1 mmHg to 7.4 ± 1.5 mmHg in the PRK group whereas it was decreased from 11.1 ± 1.5 mmHg to 7.9 ± 1.6 mmHg in the SMILE group postoperatively. There was a significant correlation between the amount of myopic correction and changes in biomechanical properties after PRK ($r = -0.29$, $p = 0.045$ for CH; $r = -0.07$, $p = 0.05$ for CRF) and SMILE ($r = -0.25$, $p = 0.048$ for CH; $r = -0.37$, $p = 0.011$ for CRF).

Conclusion: Both PRK and SMILE can affect the biomechanical strength of the cornea. SMILE resulted in larger biomechanical changes than PRK.

Keywords: Photorefractive keratectomy, small incision lenticule extraction, myopia

Giriş

Fotorefraktif keratektomi (FRK) işlemi miyopinin tedavisinde uzun yıllardır etkin ve güvenilir şekilde uygulanmaktadır.^{1,2} FRK yönteminde, korneada flep oluşturulmadan lazer direkt kornea ön stromal bölgeye uygulanır.² Küçük kesili lentikül ekstraksiyonu (KKLE) işlemi ise miyopinin tedavisinde kullanılan güncel ve yeni bir tedavi yöntemidir.^{3,4} KKLE yönteminde flep oluşturulmadan kornea içinde oluşturulan lentikül, küçük bir kesiden çıkarılarak miyopi tedavi edilir.^{3,4}

Korneal refraktif cerrahinin korneanın biyomekaniksel özelliklerini etkilediği bilinmektedir.⁵ Özellikle flepli cerrahilerin korneanın biyomekaniksel özelliklerini olumsuz etkilediğini gösteren birçok çalışma mevcuttur.^{6,7}

Oküler Response Analyzer (ORA; Reichert Ophthalmic Instruments, Depew, New York) cihazı korneal biyomekaniksel özellikleri korneal histerezis (KH) ve kornea rezistans faktörü (KRF) ile değerlendiren, invaziv olmayan bir cihazdır.⁸

Temel olarak ORA cihazı ile iki basınç ölçümü yapılmaktadır, birincisi korneanın içe çökerken düzleştiği noktadaki basınç (P1), diğeri ise normal haline dönerken düzleştiği andaki basınçtır (P2). Bu iki basınç arasındaki fark korneanın viskoz direnç miktarını gösteren KH değerini belirler.⁹ KRF değeri ise viskoz ve elastik komponentleri birlikte içeren ortalama korneal mekaniksel direnci ifade eder ve " $k1 (P1-P2)+0,3*k1*P2+k2$ " formülü ile hesaplanır. K1 ve k2 değerleri kalibrasyon sabitleri olarak formülde yer alır.⁹ KH ve KRF'nin glokom, keratokonus ve geçirilmiş korneal refraktif cerrahisi sonrası azaldığı bilinmektedir.^{10,11,12}

Biz de çalışmamızda düşük ve orta dereceli miyopi tedavisinde kullanılan FRK ve KKLE sonrası korneanın biyomekaniksel özelliklerindeki değişimin karşılaştırılmasını amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Bu retrospektif çalışma Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Refraktif Cerrahi Birimi'nde yapıldı. Çalışma için gerekli etik kurul onayı Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan alındı. Çalışmada Helsinki deklarasyon kriterlerine uyuldu. Çalışmamıza -2,00 ile -6,00 diyoptri (D) arasında sferik değeri bulunan ve astigmatizması

<0,50 D olan KKLE veya FRK tedavisi uygulanmış miyop hastalar dahil edildi. Mezopik (4 lux) pupil çapının $\leq 6,5$ mm olması ve hesaplanan kalan stromal kalınlığın >300 mikron (μm) olması diğer çalışmaya dahil edilme kriterleri idi. Göz cerrahisi geçirmiş olgular, ek göz hastalığı olanlar, ek sistemik hastalık mevcudiyeti (diabetes mellitus, kollajen doku hastalıkları vs.) ve refraktif cerrahiye kontrendike olanlar çalışma dışı bırakıldı. İşlem esnasında veya sonrasında komplikasyon görülen olgular da çalışma dışı bırakıldı.

İşlem öncesi ve sonrası 6. ayda korneal biyomekaniksel özellikler değerlendirildi. İşlem ile yapılan miyopik düzeltme miktarı kaydedildi. Ayrıca FRK grubunda maksimum ablasyon miktarı ve KKLE grubunda maksimum lentikül kalınlığı, stromadan uzaklaştırılan doku miktarı olarak kaydedildi.

Tüm hastalarda emetropi hedeflenmişti.

FRK grubunda 23 hastanın (12 kadın, 11 erkek) 42 gözü ve KKLE grubunda 22 hastanın (12 kadın, 10 erkek) 42 gözü geriye dönük olarak değerlendirildi. FRK grubunda ortalama yaş $27,6 \pm 5,2$ iken KKLE grubunda $29,0 \pm 5,9$ idi ($p=0,23$). FRK ve KKLE grubu refraktif düzeltme miktarı açısından benzerdi ($p=0,25$). Stromadan uzaklaştırılan doku miktarı KKLE grubunda FRK grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu ($p=0,04$). Hastaların demografik verileri, işlem öncesi kornea özellikleri ve işlem sırasında uzaklaştırılan doku miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Cerrahi Prosedür

Tüm cerrahi işlemler aynı cerrahlar tarafından gerçekleştirilmişti (A.A., A.D. ve E.B.Ö.). KKLE işlemi Visumax (Carl Zeiss Meditec) femtosaniye lazer sistemi ile uygulanmıştı. Lamellar kesi $3 \mu m$, yan kesi $2 \mu m$ spot mesafesi ile oluşturulmuştu. Spot enerji düzeyi 140 nanojoule (nJ) olarak ayarlanmıştı. Lentikül kenar kesi kalınlığı $15 \mu m$, lentikül kenar kesi açısı 120° ve optik zon $6,5$ mm olarak girilmişti. Tüm gözlerde 3 mm'lik yan kesi yapılmıştı. Tüm hastalarda ara yüzey olarak küçük çaplı kon kullanılmıştı.

FRK işleminde de; önce ön korneal yüzeyin 9 mm çapta işaretlenmesi sonrası balta bıçak ile epitelyum debridmanı ardından lazer, Amaris ekzimer lazer (SCHWIND eye-tech-solutions GmbH&Co. KG, Mainparkstrasse, Kleinostheim, Germany) ile optik çap $6,5$ mm olacak şekilde uygulanmıştı.

Tablo 1. Hastaların demografik verileri, işlem öncesi kornea özellikleri ve işlem sırasında uzaklaştırılan doku miktarları

	FRK grubu	KKLE grubu	p
Yaş	$27,6 \pm 5,2$ (21-42)	$29,0 \pm 5,9$ (22-43)	0,23
Cinsiyet, % erkek	45	43	0,74
Manifest sferik eşdeğer, D (Refraktif düzeltme)	$-3,6 \pm 0,6$ (-2,00 ile -5,00)	$-3,5 \pm 1,0$ (-2,00 ile -5,50)	0,25
Santral korneal kalınlık, μm	$517,6 \pm 24,6$ (494-564)	$528,1 \pm 23,6$ (503-601)	0,23
Stromadan uzaklaştırılan doku miktarı, μm	$56,0 \pm 23,2$ (37-108)	$64,2 \pm 21,8$ (45-110)	0,04*
Korneal histerezis, mmHg	$10,4 \pm 1,3$ (8,0-14,3)	$10,9 \pm 1,7$ (7,6-14,6)	0,78
Korneal rezistans faktör, mmHg	$10,8 \pm 1,1$ (8,0-13,0)	$11,1 \pm 1,5$ (7,7-14,9)	0,71
FRK: Fotorefraktif keratektomi, KKLE: Küçük kesili lentikül ekstraksiyonu, D: Dioptri p Mann-Whitney U testi			

Tüm olgularda ekzimer lazer sonrası %0,02 mitomisin C (MMC) 30 saniye süre ile uygulanmıştır.

Biyomekaniksel Özelliklerin Ölçümü

İşlem öncesi ve sonrası 6. ayda yapılan tüm ORA ölçümleri, özel bir oda içerisinde deneyimli bir klinisyen tarafından uygulanmıştır. Her bir hasta için sinyal değerleri birbirine yakın 3 adet ölçüm yapılmıştır. Güvenilir olmayan atipik sinyaller değerlendirilmeye alınmadı. Analiz için KH ve KRF parametrelerinin ortalama değerleri kullanıldı.

İstatistiksel Yöntem

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan, minimum-maksimum, oran ve frekans değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildi. Nicel verilerin analizinde Mann-Whitney U testi ve korelasyon analizinde Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Tekrarlayan ölçümlerin analizinde Wilcoxon testi kullanıldı. Analizlerde Statistical Package for the Social Sciences 22.0 programı kullanılmıştır.

Bulgular

FRK grubunda işlem öncesi $10,4 \pm 1,3$ mmHg (8,0-14,3) olan KH değeri işlem sonrası 6. ayda anlamlı derecede azalarak $8,5 \pm 1,3$ mmHg (5,4-12,1) olarak bulundu ($p < 0,001$). KKLE grubunda da işlem öncesi $10,9 \pm 1,7$ mmHg (7,6-14,6) olan KH değeri işlem sonrası 6. ayda anlamlı derecede azalarak $8,4 \pm 1,5$ mmHg (7,6-12,6) olarak bulundu ($p < 0,001$) (Tablo 2).

KRF, FRK grubunda işlem öncesi $10,8 \pm 1,1$ mmHg (8,0-13,0) iken işlem sonrası 6. ayda anlamlı derecede azalarak $7,4 \pm 1,5$ mmHg (4,4-10,5) olarak bulundu ($p < 0,001$). KKLE

grubunda da işlem öncesi $11,1 \pm 1,5$ mmHg (7,7-14,9) olan KRF değeri işlem sonrası 6. ayda anlamlı derecede azalarak $7,9 \pm 1,6$ mmHg (5,2-11,5) olarak bulundu ($p < 0,001$) (Tablo 3).

KKLE grubunda KH ve KRF değerlerinde oluşan değişim FRK grubuna göre anlamlı derecede yüksek saptandı (KH; $p = 0,03$, KRF; $p = 0,048$).

FRK ve KKLE grubunda maksimum ablasyon miktarı ile korneal biyomekaniksel özelliklerin değişimi arasında anlamlı korelasyon saptandı (FRK: KH, $r = 0,24$, $p = 0,036$; KRF, $r = 0,28$, $p = 0,04$; KKLE: KH, $r = 0,19$, $p = 0,008$; KRF, $r = 0,39$, $p = 0,007$). Her iki grupta da yapılan düzeltme miktarı ile KH değişimi ve KRF değişimi arasında da negatif yönde anlamlı bir korelasyon saptandı (FRK: KH, $r = -0,29$, $p = 0,045$; KRF, $r = -0,07$, $p = 0,05$; KKLE: KH, $r = -0,25$, $p = 0,048$; KRF, $r = -0,37$, $p = 0,011$) (Tablo 4).

İşlem sonrası 6 aylık dönemde hiçbir olguda iyatrojenik ektazi gözlenmedi.

Tartışma

Korneal refraktif cerrahiler, korneanın biyomekaniksel özelliklerinde oluşturdukları etki ile günümüze kadar birçok çalışmanın ilgi odağı olmuştur.^{7,10,13,14,15,16,17} Uzun süredir miyopinin tedavisinde uygulanan lazerle in-situ keratomilezis (LASİK), FRK ile daha güncel bir tedavi yöntemi olan KKLE işleminin, korneanın biyomekaniksel özelliklere olan etkileri çalışmalarda değerlendirilmiştir.^{7,10,13,14,15,16} Korneanın biyomekaniksel özelliklerine etkileri açısından LASİK ve FRK ile KKLE ve LASİK yöntemlerini karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır.^{7,16,17} Bununla birlikte çalışmamız miyopi

Tablo 2. Korneal histerezis değişimi					
	FRK grubu		KKLE grubu		
	Ortalama $\pm$ SS	(Min-Maks)	Ortalama $\pm$ SS	(Min-Maks)	p ^a
İşlem öncesi KH, mmHg	10,4 $\pm$ 1,3	8,0-14,3	10,9 $\pm$ 1,7	7,6-14,6	0,104
İşlem sonrası 6. ay KH, mmHg	8,5 $\pm$ 1,3	5,4-12,1	8,4 $\pm$ 1,5	7,6-12,6	0,145
Değişim	1,9 $\pm$ 1,2	1,0-4,6	2,5 $\pm$ 1,1	0,6-5,7	0,03
Değişim p^b	0,000		0,000		
KH: Korneal histerezis, FRK: Fotorefraktif keratektomi, KKLE: Küçük kesili lentikül ekstraksiyonu, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum					
p ^a Mann-Whitney U testi					
p ^b Wilcoxon testi					

Tablo 3. Korneal rezistans faktör değişimi					
	FRK		SMILE		
	Ortalama $\pm$ SS	(Min-Maks)	Ortalama $\pm$ SS	(Min-Maks)	p ^a
İşlem öncesi KRF, mmHg	10,8 $\pm$ 1,1	8,0-13,0	11,1 $\pm$ 1,5	7,7-14,9	0,08
İşlem sonrası 6. ay KRF, mmHg	7,4 $\pm$ 1,5	4,4-10,5	7,9 $\pm$ 1,6	5,2-11,5	0,103
Değişim	2,7 $\pm$ 1,1	-0,8-4,9	3,3 $\pm$ 1,1	0,3-6,1	0,048
Değişim p^b	0,000		0,000		
KRF: Korneal Rezistans Faktör, FRK: Fotorefraktif keratektomi, KKLE: Küçük kesili lentikül ekstraksiyonu, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Mak: Maksimum					
p ^a Mann-Whitney U testi					
p ^b Wilcoxon testi					

Tablo 4. İşlem öncesi ve sonrası KH ve KRF değişiminin yapılan düzeltme miktarı ve uzaklaştırılan stroma miktarı ile olan ilişkisi

FRK		KH değişimi	KRF değişimi	KKLE		KH değişimi	KRF değişimi
Maksimum ablasyon miktarı	r p	0,237 0,036	0,280 0,046	Maksimum lentikül kalınlığı	r p	0,196 0,008	0,398 0,007
Düzeltilme	r p	-0,293 0,045	-0,073 0,050	Düzeltilme	r p	-0,254 0,048	-0,369 0,011

KH: Korneal histerezis, KRF: Korneal rezistans faktör, FRK: Fotorefraktif keratektomi, KKLE: Küçük kesili lentikül ekstraksiyonu
Spearman korelasyon analizi

tedavisinde KKLE ve FRK işlemlerini korneal biyomekaniksel açıdan karşılaştıran ilk çalışmadır. Çalışmamızda korneal biyomekaniksel özelliklerin değerlendirilmesinde KH ve KRF kullanılmıştır.

Korneal biyomekaniksel parametreler (KH ve KRF) Kamiya ve ark.⁷ yaptıkları FRK ve LASİK işlemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada hem FRK hem de LASİK grubunda cerrahi sonrası anlamlı derecede azalmış bulunmuş, LASİK grubunda ise bu azalmanın FRK grubuna göre daha fazla olduğu değerlendirilmiştir. LASİK grubundaki etkinin daha yüksek olması korneal flep oluşumu ile ilişkilendirilmiştir. Hamilton ve ark.¹⁰ yaptıkları bir başka çalışmada da FRK ve LASİK işlemleri karşılaştırılmış, her iki işlemin de KH ve KRF değerinde azalmaya neden olduğu saptanmış ancak iki yöntem arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda da FRK grubunda KH ve KRF değerinden her iki çalışmaya benzer şekilde anlamlı azalma saptandı.

Yaptığımız çalışmada FRK grubunda tüm hastalara işlem sonrası MMC uygulaması yapılmıştı. Yapılan çalışmalarda FRK işleminde MMC kullanımının ek bir biyomekaniksel özellik değişimine neden olmadığı gösterilmiştir.^{13,14} Wang ve ark.¹⁵ yaptıkları çalışmada KKLE ve LASİK karşılaştırılmış, KKLE sonrası KH değerinin anlamlı olarak azaldığı gösterilmiştir. Özellikle -6,00 D ve üzeri miyopi düzeltmesinde KH değerlerindeki değişimin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise -2,00 D ile -6,00 D arasındaki hastalar değerlendirilmiştir. Aynı şekilde Wu ve ark.¹⁶ da KKLE ve LASİK karşılaştırması yaptıkları çalışmada her iki işlemde de anlamlı KH azalması saptanmıştır. Ağca ve ark.¹⁷ yaptıkları çalışmada KKLE ve LASİK işlemi sonrası korneal biyomekaniksel özelliklerin her ikisinde de olumsuz etkilendiğini ancak KH ve KRF azalmasının gruplar arasında anlamlı fark göstermediğini bulmuşlardır. Biz de yaptığımız çalışmada literatürde yapılmış çalışmalara benzer olarak KKLE grubunda KH ve KRF değerinde anlamlı azalma saptadık.

LASİK ve FRK'da yapılan refraktif kusuru düzeltme miktarı ile korneal biyomekaniksel özelliklerin değişimi arasındaki ilişki, yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.^{7,15} Bizim çalışmamızda da her iki grupta yapılan refraktif düzeltme miktarı ile KH ve KRF değerlerinde anlamlı korelasyon saptanmıştır.

Diğer çalışmalardan farklı olarak çalışmamızda, stromadan uzaklaştırılan doku miktarı KKLE grubunda maksimum lentikül kalınlığı ve FRK grubunda maksimum ablasyon miktarı olarak ölçülmüştür ve korelasyon analizi yapılmıştır. Her iki grupta da stromadan uzaklaştırılan doku miktarı ile KH ve KRF değerleri arasında anlamlı korelasyon saptanmıştır.

KKLE yönteminde kornea içinde oluşturulan lentikül küçük bir yan kesiden (2-3,5 mm) çıkarılır. KKLE işleminde flep oluşturulmamasının korneanın biyomekaniksel özelliklerini koruma açısından LASİK işlemine göre avantaj sağlayabileceği gösterilmiştir.¹⁶ FRK işlemine de flep oluşturulmaksızın miyopi tedavisi yapılmaktadır. Her iki yöntemde de flep oluşturulmamasına rağmen korneal biyomekaniksel özellikler çalışmamızda KKLE grubunda daha fazla etkilenmiştir.

Çalışmamızda KKLE grubunda KH ve KRF değerlerindeki azalma FRK grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda kornea biyomekaniksel direncinin ön 1/3'lük bölgede daha yüksek olduğu, bu bölgedeki kollajen fibrillerin daha yoğun ve sıkı bağlantılı olduğu gösterilmiştir.^{18,19} Çalışmamızda refraktif kusurun düzeltilme miktarı her iki grupta da benzer olmakla birlikte stromadan uzaklaştırılan doku miktarı, KKLE grubunda anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (p=0,04). Bu nedenlerden dolayı, çalışmamızda KH ve KRF değerlerindeki azalmanın KKLE grubunda daha fazla olması; KKLE grubunda ön stromada oluşturulan lameller kesinin varlığı ve stromadan uzaklaştırılan doku miktarının KKLE grubunda FRK grubuna göre fazla olmasına bağlı olabilir.

KKLE grubunda değerlerdeki değişimde daha yüksek fark görülmesi, bu yöntemde stromanın içerisinden bir doku çıkarılarak -flep oluşturulmasa bile- stroma içerisine bir kesi yapılması sonucu kollajen fibriller arası bağların bozulması sebebi ile de olabilir. Özellikle KKLE ile flepli korneal refraktif cerrahilerin karşılaştırıldığı birçok çalışmada iki grup arasında kornea biyomekaniksel özelliklerin değişimleri açısından fark gösterilememiş olması bu durumu desteklemektedir.^{15,17}

Çalışmamızın prospektif olarak tasarlanmamış olması, LASİK grubu ile karşılaştırılma yapılmamış olması kısıtlayıcı faktörlerdir.

Sonuç

Çalışmamızda düşük ve orta dereceli miyop hastalarda uygulanan FRK ve KKLE işlemlerinin korneanın biyomekaniksel gücünde azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bu etki stromadan uzaklaştırılan doku miktarı ve düzeltilen refraktif kusur miktarı ile her iki işlemde de ilişkilidir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma için gerekli etik kurul onayı Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan alındı, Hasta Onayı: Alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: Yusuf Yıldırım, Cengiz Alagöz, Konsept: Ali Demircan, Engin Bilge Özgürhan, Dizayn: Alper Ağca, Onur Ölçücü, Veri Toplama veya İşleme: Abdurrahman Başcı, Yusuf Yıldırım, Analiz veya Yorumlama: Yusuf Yıldırım, Cengiz Alagöz, Literatür Arama: Abdurrahman Başcı, Ahmet Demirok, Yazan: Onur Ölçücü, Yusuf Yıldırım.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

- O' Brart DP, Shalchi Z, McDonald RJ, Patel P, Archer TJ, Marshall J. Twenty-year follow-up of a randomized prospective clinical trial of excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol.* 2014;158:651-663.
- Yamazaki ES, Stillitano I, Wallau AD, Bottós JM, Campos M. Long-term results of photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *Arq Bras Oftalmol.* 2007;70:975-980.
- Shah R, Shah S, Sengupta S. Results of small incision lenticule extraction. All-in-one femtosecond laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:127-137.
- Sekundo W, Gertner J, Bertelmann T, Solomatin I. One-year refractive results, contrast sensitivity, high-order aberrations and complications after myopic small-incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;252:837-843.
- Shah S, Laiquzzaman M, Yeung I, Pan X, Roberts C. The use of the Ocular Response Analyser to determine corneal hysteresis in eyes before and after excimer laser refractive surgery. *Cont Lens Anterior Eye.* 2009;32:123-128.
- Chen MC, Lee N, Bourla N, Hamilton DR. Corneal biomechanical measurements before and after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:1886-1891.
- Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F. Comparison of the changes in corneal biomechanical properties after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Cornea.* 2009;28:765-769.
- Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:156-162.
- Çankaya AB, Anayol A, Yılmazbaş P. Tek taraflı eksfoliasyon sendromlu olguların iki gözleri arasındaki korneal biyomekanik özelliklerin karşılaştırılması. *Türk J Ophthalmol.* 2012;42:269-273.
- Hamilton DR, Johnson RD, Lee N, Bourla N. Differences in the corneal biomechanical effects of surface ablation compared with laser in situ keratomileusis using a microkeratome or femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:2049-2056.
- Ortiz D, Piñero D, Shabayek MH, Arnalich-Montiel F, Alió JL. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ keratomileusis, and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33:1371-1375.
- Brown KE, Congdon NG. Corneal structure and biomechanics: impact on the diagnosis and management of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17:338-343.
- Mohammadi SE, Ashrafi E, Norouzi N, Abdolahinia T, Mir-AbouTalebi M, Jabbarvand M. Effects of mitomycin-C on tear film, corneal biomechanics, and surface irregularity in mild to moderate myopic surface ablation: preliminary results. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40:937-942.
- Zare M, Feizi S, Azimzadeh A, Esfandiari H. Effect of photorefractive keratectomy with mitomycin-C on corneal biomechanical features. *Curr Eye Res.* 2012;37:457-462.
- Wang D, Liu M, Chen Y, Zhang X, Xu Y, Wang J, To CH, Liu Q. Differences in the corneal biomechanical changes after SMILE and LASIK. *J Refract Surg.* 2014;30:702-707.
- Wu D, Wang Y, Zhang L, Wei S, Tang X. Corneal biomechanical effects: small-incision lenticule extraction versus femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40:954-962.
- Ağca A, Özgürhan EB, Demirok A, Bozkurt E, Celik U, Özkaya A, Cankaya I, Yılmaz OE. Comparison of corneal hysteresis and corneal resistance factor after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted LASIK: a prospective fellow eye study. *Cont Lens Anterior Eye.* 2014;37:77-80.
- Randleman JB, Dawson DG, Grossniklaus HE, McCarey BE, Edelhauser HE. Depth-dependent cohesive tensile strength in human donor corneas: implications for refractive surgery. *J Refract Surg.* 2008;24:85-89.
- Komai Y, Ushiki T. The three-dimensional organization of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1991;32:2244-2258.