

Miyopi İçin Yapılan PRK Operasyonlarında Desantralizasyon Postoperatif Yüksek Sıralı Aberasyonları Nasıl Etkilemektedir?

Hasan Basri Çakmak (*), Nurullah Çağıl (*), Hüseyin Simavlı (*), Derya Dal (*), Seray Bayhan (*), Şaban Şimşek (*)

ÖZET

Amaç: Fotorefraktif keratektomi (PRK) yapılmış olgularda, ablasyon desantralizasyonunun postoperatif yüksek sıralı aberasyonlara etkisini incelemek.

Gereç-Yöntem: PRK cerrahisi uygulanan 378 hastanın kayıtları retrospektif olarak incelendi. Olgulara ait preoperatif ve postoperatif korneal topografi görüntüleri karşılaştırılarak ablasyon desantralizasyonu hesaplandı. Olguların preoperatif ve postoperatif total wavefront aberasyonları ölçülerek, wavefront aberasyonlarındaki değişim incelendi. Ablasyon desantralizasyonunun büyüklüğü ile yüksek sıralı aberasyonlar arasındaki ilişki, korelasyon analizi ile incelendi.

Bulgular: Preoperatif ortalama yüksek sıralı RMS değeri $0.42 \pm 0.05 \mu\text{m}$ ve postoperatif ortalama yüksek sıralı RMS değeri $0.33 \pm 0.02 \mu\text{m}$ olarak ölçüldü. Ortalama postoperatif yüksek sıralı RMS değerleri ile ortalama preoperatif yüksek sıralı RMS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlendi. ($p=0.001$) Ortalama desantralizasyon büyüklüğü $0.25 \pm 0.01\text{mm}$ idi. Ortalama postoperatif yüksek sıralı aberasyonlar: Vertikal koma $0.150 \pm 0.03 \mu\text{m}$, horizontal koma $-0.090 \pm 0.03 \mu\text{m}$, negatif trifoil $0.024 \pm 0.03 \mu\text{m}$, pozitif trifoil $-0.068 \pm 0.03 \mu\text{m}$ ve sferik aberasyon $-0.083 \pm 0.03 \mu\text{m}$ idi. Desantralizasyonun büyüklüğü ile postoperatif yüksek sıralı aberasyonlar arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelendiğinde sadece sferik aberasyon ile desantralizasyon arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bağlantı bulundu. ($r=0.20$ ve $p=0.001$)

Sonuç: Postoperatif desantralizasyonun büyüklüğü ile postoperatif sferik aberasyon arasında belirgin bir korelasyon bulunmuştur. Desantralizasyonun postoperatif yüksek sıralı aberasyonlar üzerine sferik aberasyon dışında, belirgin bir etkisi yoktur.

Anahtar Kelimeler: PRK, desantralizasyon, yüksek sıralı aberasyonlar

SUMMARY

How Does Ablation Decentration Effect Postoperative High Order Aberrations After Myopic PRK?

Purpose: To determine effect of ablation decentration on postoperative high order aberrations after PRK operations.

(*) Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Göz Kliniği, Ankara

Yazışma adresi: Asistan Dr. Derya Dal, Ahmet Taner Kışlalı Mah. Tolga 86 A1 Blok 8/34 Çayyolu-Ankara E-posta: deryadal@yahoo.com

Mecmuaya Geliş Tarihi: 04.02.2009

Düzeltilmeden Geliş Tarihi: 15.02.2009

Kabul Tarihi: 20.03.2009

Material-Method: Medical records of 378 cases underwent refractive surgery with PRK were studied retrospectively. Postoperative ablation decentration was calculated with comparison of preoperative and postoperative corneal topography images. Total wavefront aberrations were measured preoperatively and postoperatively. Difference between preoperative and postoperative wavefront aberrations were compared. Correlation among magnitude of ablation decentration and high order aberrations were studied.

Results: Mean high order RMS was $0.42 \pm 0.05 \mu$ preoperatively and $0.33 \pm 0.02 \mu$ postoperatively and mean postoperative high order RMS was significantly lower than postoperative RMS ($p=0.001$). Mean decentration magnitude was 0.25 ± 0.01 mm. Mean postoperative values of high order aberrations was $0.150 \pm 0.03 \mu$ for vertical coma, $-0.090 \pm 0.03 \mu$ for horizontal coma, $0.024 \pm 0.03 \mu$ for negative trifoil, $-0.068 \pm 0.03 \mu$ for positive trifoil, and $-0.083 \pm 0.03 \mu$ for spherical aberrations. Magnitude of decentration did not correlated significantly with postoperative high order aberrations except spherical aberration. ($r=0.20$ and $p=0.001$)

Conclusion: There was only a significant correlation between magnitude of postoperative decentration and postoperative spherical aberration. It seems that decentration does not have a significant effect on other types of postoperative high order aberrations.

Key Words: PRK, decentration, high order aberrations

GİRİŞ

Radial keratotomi, fotorefraktif keratektomi ve LASIK gibi korneal refraktif prosedürler, santral korneal kurvatürü modifiye ederler. Santral korneal kurvatür, miyopiyi düzeltmek için düzleştirilirken, hipermetropiyi düzeltmek için dikleştirilir. Bu cerrahi modifikasyonun, korneanın optik kalitesini etkilediği ve distorsiyone şekillere yol açan aberasyonlara neden olduğu bildirilmiştir (1). Excimer lazer ile yapılan standart refraktif cerrahi, her ne kadar konvansiyonel refraktif hataları gidermekte ise de yüksek sıralı aberasyonlarda, özellikle sferik aberasyonda artışa neden olabilmektedir (2,3). Postoperatif dönemde, hastaların büyük bir bölümünün görme keskinlikleri, 20/15 veya 20/20 olmasına rağmen iyi görmediklerinden şikayetçi olmalarının sebeplerinden biri de bu aberasyonlardaki artıştır.

Wavefront (WF) aberasyonu, aktüel WF (yayılan ışınların ön kenarları) ile gözün pupil çıkış düzlemindeki ideal WF arasındaki farktır. (4) WF ölçüm aletleri ile monokromatik aberasyonlar ölçülebilmektedir. Bu aberasyonlar, görme keskinliği ve kalitesini etkilemektedir. Düşük sıralı aberasyonlar, gözlükler veya diğer refraktif cerrahiler ile düzeltilebilmekle birlikte özellikle irregüler astigmatizması olan olgularda, görme kalitesinin beklenen ölçüde artmamasından sorumlu tutulmaktadır. (5) Oküler aberasyonlar, Tscherning aberrometresi (6), Shack-Hartmann WF sensing (7-9), Tracey ray tracing (10), optik yol değişimi aberrometresi (11) gibi çeşitli yöntemler ile değerlendirilebilmektedir.

ORK COAS Schwind WF cihazı, sferikosilindirik refraktif hataları (defokus ve astigmatizma) ve yüksek sıralı aberasyonları (koma, sferik aberasyonlar ve diğer-

leri) ölçmektedir. Bu cihaz, gözden dışarıya yansıyan çok odaklı ışınları ayrıştıran Shack-Hartman sensörü ve bir dizi lensetler kullanır. İdeal bir göz için yansıyan dalganın düzlemi mükemmel diziliş gösteren noktasal imajlar olarak optik aks üzerinde eş yerlere odaklanır. Aksine aberasyonlu gözlerde bu noktasal imajların odaklanmasında optik akstan sapma izlenir. WF cihazı, bu sapsmaları gözün pupil çıkışından analiz etmekte ve aktüel WF haritası çıkarmaktadır.

Excimer lazerle yapılan refraktif cerrahiler sonrasında ablasyon desantralizasyonu gözlenebilmektedir. Lazer tedavisi sırasında hastanın gözünü hareket ettirmesi veya hastanın pupillasının yanlış ayarlanması sonucunda ablasyon desantralizasyonu oluşabilmektedir. (12,13) Ablasyon desantralizasyonu, monoküler diplopiye (14), gölgeler ve parlamalar gibi vizüel semptomlara, kontrast sensitivitede (hem yüksek, hem de düşük frekanslarda) azalmaya (15) neden olmaktadır. Bu semptomların en sık nedeni, oluşan irregüler astigmatizmadır. En iyi düzeltilmiş görme keskinliğinde azalma da bu semptomlara eşlik edebilmektedir. Hafif desantralizasyon, çoğu olguda şikayete yol açmazken; belirgin desantralizasyon semptomatik olabilmektedir. (16) Fakat ablasyon desantralizasyonunun kritik eşik değeri için üzerinde uzlaşmaya varılmış bir değer bulunmamaktadır.

Desantralizasyon, aktif olarak gözü takip eden araçlara sahip lazer sistemlerinin kullanıma girmesi ile büyük oranda azalmakla birlikte, halen ciddi bir komplikasyon olmaya devam etmektedir (17). Daha önceki çalışmalarda kırma kusurunun büyüklüğü, astigmatizmanın miktarı (18), optik zonun çapı (19) desantralizasyonu etkileyebilen faktörler olarak bildirilmiştir. Ayrıca

Azar ve ark. istemli göz hareketlerinin ve pupillanın hizalı olmamasının muhtemel etkilerine dikkat çekmişlerdir (20).

Desantralizasyon ile WF aberasyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda desantralizasyonun WF aberasyonlarını arttırdığı bildirilmektedir (20,21). Fakat bu çalışmalar, 1990'lı yıllara ait çalışmalar olup, uçuşan nokta teknolojisi ve/veya asferik ablasyon paternlerinin uygulanmadığı eski çalışmalardır. Bu çalışmada ise uçuşan nokta teknolojisi ve asferik ablasyon paternlerinin kullanıldığı olgularda, desantralizasyon ile yüksek sıralı aberasyonlar arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi planlanmaktadır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Haziran 2006-Şubat 2008 tarihleri arasında kliniğimizde PRK yapılmış olan olgulara ait kayıtlar çalışma kapsamına alındı. Korneal incelleme yapan hastalığı, geçirilmiş korneal cerrahi öyküsü, glokom varlığı veya şüphesi, görme keskinliğini kısıtlayan retinal patolojisi olan hastalara lazer yapılmadı. Ayrıca hiçbir hastamızda gebelik, aktif korneal hastalık ve bağ dokusu hastalığı yoktu. Preoperatif değerlendirmede, düzeltilmemiş görme keskinliği, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, manifest ve sikloplejik refraksiyonlar, keratometri, pakimetri, biyomikroskopik muayene, fundus muayenesi, bilgisayarlı videokeratografi, WF analizi ve Goldman aplanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçümleri gerçekleştirildi. Korneal topografi analizi, Keratron-Scout Optikron 2000 cihazı ile preoperatif ve postoperatif 6. ayda değerlendirildi. Hastalar, cerrahinin potansiyel riskleri, faydaları ve alternatif tedaviler hakkında bilgilendirilmiş ve tüm hastalardan onam formu alınmıştır. Çalışmamız ile ilgili etik kurul onayı mevcuttur.

PRK operasyonları, şu şekilde yapıldı. %0.5 Proparacaine hidroklorid'in (Alcaine®, Alcon, Belçika) topikal uygulamasından sonra kapak spekulumu takıldı. Dengeli tuz solüsyonu ile seyreltilerek hazırlanmış %20'lik etanol, 9 mm'lik yuvarlak yarı-keskin silindir şeklindeki metal tutacaklı işaretleyici aracılığıyla korneaya uygulandı. 25-35 saniye sonra sponç yardımıyla etanol uzaklaştırıldı. Epitel serbestleşmesi gerçekleşmez ise 10-15 saniye daha etanol tatbik edildi. Alkol uygulaması sonrası kornea ve forniksler dengeli tuz solüsyonu ile yıkandı.

Başlangıçta düzgün metal bir spatül ile epiteli gevşetmek için epitelin üzerinden geçildi. Gevşemiş epitelium ayrılıp uzaklaştırıldı. Altta yatan stromal yatak, aktif göz takip sistemine sahip Schwind Esiris Excimer Lazer (Schwind Co. Kleinostheim, Germany) cihazı ile

ablate edildi. Ablasyon sonrasında korneal stroma, dengeli tuz solüsyonu ile bolca yıkandı. Topikal antibiyotik uygulaması sonrasında bandaj kontakt lens (Purevision, Bausch & Lomb) takıldı. Kontakt lens, re-epitelizasyonun sağlanması sonrasında çıkartıldı (genellikle 4. veya 5. gün). Hastalara ilk 2 hafta 4x1 dozunda, sonrasında tedricen azaltılarak 2. ayın sonunda kesilecek şekilde %0,1 deksametazon, 1. haftada kesilmek üzere antibiyotikli damla ve sadece ilk iki gün kullanmak üzere oral analjezik reçete edildi. Hastalar, ayrıca ikinci ayın sonuna kadar prezervansız suni gözyaşı kullandı.

WF aberasyonları, mezopik şartlarda ölçüldü. Aberasyonların ölçümü için Hartmann-Shack sensörü kullanan ORK COAS Schwind WF cihazı kullanıldı. Hastanın baş kısmı biyomikroskoplarda kullanılan çene alın destekli sistemle sabitleştirildi. Ortam ışığının etkisini en aza indirmek için hastanın başının üzeri örtüldü. Her iki gözün ölçümleri birbiri ardına yapıldı. Hastaya kırmızı ışık yayan diod lazere fikse olması söylendi. Kullanıcı, manuel olarak iris üzerine odaklandıktan sonra, hedef bulanıklaştırılarak sonsuza odaklandığında hastanın ölçümleri yapıldı. Değerleri doğrulamak için 3 defa ölçüm alındı. Bu 3 ölçümden en net merkezi görüntüye sahip olan ve manifest refraksiyona en yakın refraksiyon değerlerini veren aberometri resmi seçildi ve ölçümlün verileri analiz için kullanıldı.

Desantralizasyonun ölçümü, şu şekilde yapıldı. Öncelikle korneal topografide pupil belirleme programı tarafından belirlenen referansla vizüel merkez tayin edildi. Pupiller ofsetin (kornea verteksi ile pupilla merkezi arasındaki mesafe) açısı ve büyüklüğü, korneal topografi cihazı tarafından otomatik olarak hesaplandı. Ablasyon merkezi ise 6. aydaki korneal topografi ölçümü üzerinden, çeşitli boyutlarda iç içe ortak merkezli daireler ve dairelerin merkezinden geçen X ve Y düzlemi işareti olan şeffaf asetat kağıdı yardımıyla ölçüldü. Ablasyon yapılan alanın üzerine bilgisayar ekranında şeffaf asetat kağıdı getirildi. Halkalardan birine (mümkün olan en büyüğüne) dört kadranda ablasyon alanının kenarlarından en fazla noktadan temas eden halka tespit edildi ve merkez noktası fare yardımıyla ekrandan işaretlenerek ablasyon merkezi tayin edildi. Pupil merkezi ve ablasyon merkezi arasındaki mesafe (desantralizasyonun değeri) vektör analizi ile hesaplandı. Pupiller ofset ve desantralizasyon ölçümleri birer vektör olarak kabul edilip, büyüklükleri ve açıları kaydedildi. Bu vektörlerin üst, alt, nazal ve temporal komponentleri ayrı ayrı hesaplandı.

Her vakanın bilgileri, bilgisayarlı veri tabanına kaydedildi. Aşağıdaki değişkenler incelemeye alındı: yaş, sferik kırma kusuru, astigmatizmanın büyüklüğü, sferik eşdeğer, desantralizasyonun büyüklüğü, desantralizasyo-

nun dört kadrındaki komponentleri, preoperatif ve post operatif WF aberasyonlar. Bütün bu değişkenler devamlı değişken olarak kabul edildi. Preoperatif ve postoperatif WF ölçümlerinin ortalama değerleri bağımlı gruplarda Student's t-test ile karşılaştırıldı. Bağımsız değişkenlerle desantralizasyonun değeri arasındaki korelasyon, Pearson korelasyon testi ile değerlendirildi. 0,05'in altındaki p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Bu çalışmada Haziran 2006 - Şubat 2008 tarihleri arasında PRK ameliyatı yapılmış olan 280 hastaya (378 göz) ait tıbbi kayıtlar incelendi. Hastaların 144'ü kadın (%51,4) ve 136'sı (%48,6) erkekti. Olguların yaşları, 19 ile 61 arasında değişmekte olup, ortalama 31 ± 8.38 yıl idi. Olguların ortalama sferik kırma kusurları -3.75 ± 2.36 D ve silindirik kırma kusurları ise -1.70 ± 1.05 D olarak ölçülmüştü. Olguların preoperatif WF ölçümlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Olguların postoperatif sferik kırma kusuru ortalaması, 0.14 ± 1.04 D ve silindirik kırma kusuru ortalaması, 0.17 ± 1.23 D iken; sferik ekivalan değerlerinin ortalaması 0.23 ± 1.33 D olarak ölçülmüştür. Olgulara ait postoperatif refraktif kusur ve WF ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de gösterilmektedir.

Olguların preoperatif ve postoperatif WF ölçümleri, bağımlı t testi ile karşılaştırıldığında toplam RMS ($p=0.001$), yüksek sıralı RMS ($p=0.040$) değerleri, postoperatif dönemde istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşüktü. Negatif trifoil ($p=0.380$) ve sferik aberasyon

($p=0.960$) ölçümlerinde ise preoperatif ile postoperatif ölçümler arasında anlamlı bir fark yoktu. Yüksek sıralı aberasyonlar içerisinde vertikal koma ve horizontal koma değerlerinde postoperatif dönemde preoperatif döneme kıyasla anlamlı bir artış gözlemlenirken; pozitif trifoil değerlerinde azalma izlenmiştir. Preoperatif ve postoperatif WF ölçümlerinin bağımlı t testi ile karşılaştırılmasına ait sonuçlar Tablo 3'te gösterilmektedir.

Olguların postoperatif dönemde ortalama desantralizasyon miktarı 0.25 ± 0.21 mm olarak hesaplandı. Maksimum desantralizasyon değeri 2 mm olarak gözlemlendi. Desantralizasyonun superior, nasal, temporal ve inferior komponentleri incelendiğinde en büyük komponentin ortalama 0.18 ± 0.18 mm ile temporal komponent olduğu görüldü. Total desantralizasyonun bileşenlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4'te gösterilmektedir.

Desantralizasyon büyüklükleri ile WF ölçümlerinin arasındaki korelasyon analizi, sadece vertikal koma ($r=0.11$ ve $p=0.040$) ile sferik aberasyon ($r=0.20$ ve $p=0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğunu ve diğer aberasyonlar ile desantralizasyon arasında anlamlı bir korelasyonun olmadığını göstermiştir. WF ölçümleri ile desantralizasyon büyüklüğü arasındaki korelasyon değerleri Tablo 5'te gösterilmektedir.

TARTIŞMA

PRK veya LASIK gibi excimer lazer ile yapılan keratorefraktif cerrahi, kırma kusurlarını başarılı bir şekilde azaltmaktadır. Ancak bazı hastalar, görme keskinlikleri artmasına rağmen kötü gece görüşünden, loş ışıkta kamaşma ve ışık halkasından şikayet etmektedirler

Tablo 1. Preoperatif deneklere ait tanımlayıcı istatistikler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	19.00	61.00	31.06	8.38
Sferik Kusur (D)	-13.75	-0.50	-3.75	2.36
Silindirik Kusur (D)	-7.50	0.00	-1.70	1.05
Sferik ekivalan (D)	-14.25	-2.00	-4.58	2.51
Toplam RMS (μ)	0.51	16.77	5.49	2.85
Yüksek sıralı RMS (μ)	0.01	7.96	0.42	1.01
Negatif Trifoil (μ m)	-0.95	1.20	0.05	0.29
Horizontal Koma (μ m)	-2.54	1.02	-0.01	0.38
Vertical Koma (μ m)	-2.03	0.98	-0.35	0.46
Pozitif Trifoil (μ m)	-5.80	1.19	-0.26	0.46
Sferik Aberasyon (μ m)	-1.08	1.49	-0.07	0.30

Tablo 2. Postoperatif refraktif kusur ve aberasyonlara ait tanımlayıcı istatistikler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Sferik Kusur (D)	-3.00	3.00	0.14	1.04
Silindirik Kusur (D)	-2.50	0.00	0.17	1.23
Sferik ekivalan (D)	-4.25	2.50	0.23	1.33
Toplam RMS (μ)	0.25	6.62	1.64	1.13
Yüksek sıralı RMS (μ)	-0.11	2.99	0.33	0.36
Negatif Trifoil (μ m)	-3.97	2.19	0.02	0.55
Horizontal Koma (μ m)	-2.39	2.57	-0.09	0.67
Vertical Koma (μ m)	-2.25	4.01	0.15	0.62
Pozitif Trifoil (μ m)	-3.01	2.11	-0.07	0.55
Sferik Aberasyon (μ m)	-2.06	1.44	-0.08	0.50

Tablo 3. Preoperatif ve postoperatif WF ölçümlerinin bağımlı t testi ile karşılaştırılmasının istatistiksel sonuçları

	Fark ortalaması	t	p
Toplam RMS (μ)	3.91	28.10	0.001
Yüksek sıralı RMS (μ)	0.10	2.06	0.040
Negatif Trifoil (μ m)	0.02	0.87	0.380
Horizontal Koma (μ m)	-0.19	-6.92	0.001
Vertical Koma (μ m)	-0.16	-4.62	0.001
Pozitif Trifoil (μ m)	-0.26	-7.41	0.001
Sferik Aberasyon (μ m)	0.00	-0.05	0.960

(1,2,22). Bu fenomen, cerrahi sonrası retinal görüntü bozulmasına ve kötü görsel performansa yol açan oküler aberasyonlardaki artışla açıklanabilmektedir (15,23). Postoperatif görme kalitesini arttırmak amacıyla WF ölçümlerine dayanan kişiye özgü cerrahi, tarayıcı spot lazer dağıtma sistemi, güçlü göz takip ve iris kayıt sistemleri geliştirilmiştir. Refraktif cerrahideki amaç, kırma kusurunun ve yüksek sıralı aberasyonların azaltılması, görsel performansın da artırılmasıdır.

Moreno-Barriuso ve ark. (24) refraktif cerrahinin 3. sıra ve daha yüksek sıralı aberasyonlara yol açtığını göstermişlerdir. En büyük artış sferik aberasyonda ortaya çıkmaktadır. Ablasyonun desantralizasyonunun, 3. sıra aberasyona yol açtığı düşünülmektedir. Yapılacak refraktif cerrahi sonucunda aberasyonların azaltılması önemli bir hedef olarak durmaktadır. Özellikle son yıllarda hem bu cerrahilerin başarısının artması ve hem de

Tablo 4. Total desantralizasyonun bileşenlerine ait tanımlayıcı istatistikler

	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Total desantralizasyon (mm)	2.00	0.25	0.21
Nasal desantralizasyon (mm)	0.53	0.01	0.06
Temporal desantralizasyon (mm)	1.00	0.18	0.18
Superior desantralizasyon (mm)	2.00	0.05	0.14
Inferior desantralizasyon (mm)	0.82	0.07	0.11

hasta beklentilerindeki yükselme nedeniyle postoperatif dönemdeki yüksek sıralı aberasyonların engellenmesi daha yaşamsal bir hale gelmiştir. Bu nedenle postoperatif görme kalitesini azaltan özellikle desantralizasyon gibi komplikasyonların minimize edilmesi bir zorunluluktur.

Amano ve ark. (25) ile Uozato ve ark. (26) 0,5 mm'den az desantralizasyonun postoperatif görmeyi etkilemediğini düşünmektedirler. Bizim çalışmamızda 1 hasta dışında bütün hastaların desantralizasyonu, 1 mm'den küçük ve ortalaması ise 0,26 mm'dir. Bizim elde ettiğimiz bu sonuçlar mükemmel olarak değerlendirilebilir. Yine Amano ve ark. (25) korneal topografi analizi ile excimer lazer ile miyopik PRK'da santralizasyonu değerlendirmişler ve ablasyon merkezinin pupil merkezine olan ortalama uzaklığının 0.51 +/- 0.31 mm olduğunu bulmuşlardır (25).

Tablo 5. WF ölçümleri ile desantralizasyon büyüklüğü arasındaki korelasyon değerleri

	r	p
Toplam RMS (μ)	0.03	0.530
Yüksek sıralı RMS (μ)	0.03	0.540
Negatif Trifoil (μ m)	-0.01	0.880
Horizontal Koma (μ m)	0.00	0.980
Vertical Koma (μ m)	0.11	0.040
Pozitif Trifoil (μ m)	-0.03	0.560
Sferik Aberasyon (μ m)	0.20	0.001

Lin ve ark. uçuşan nokta ile yapılan LASIK operasyonlarını geniş bant lazerler yapılan LASIK operasyonları ile karşılaştırmışlardır. Ortalama desantralizasyonu, tüm olgular için 0.36 ± 0.18 mm (0-0.9 mm) olarak bildirmektedirler. Düşük miyoplarda santralizasyon açısından uçuşan nokta ile geniş-bant lazer arasında fark bulunmamış ancak LADARVision4000 ile yüksek ve ekstrem miyopide daha iyi santralizasyon elde edilmiştir (27). Bizim çalışmamızda kullanılan lazer sistemi de uçuşan nokta lazer sistemi olup, ortalama desantralizasyon sonuçlarımız Lin ve ark. sonuçlarıyla benzeşmektedir.

Giaconi ve ark. hipermetropik hastalarda LASIK sonuçlarını ve ablasyon santralizasyonlarını, pupil takipli VISX S3 ActiveTrak ve pupil takipsiz VISX S2 excimer lazer cihazlarında kıyaslamışlar (28), pupil takipli gözlerde ablasyon desantralizasyonunu 0.30 ± 0.20 mm, pupil takipsiz hastalarda ise 0.41 ± 0.39 mm olarak bulmuşlardır. Bizim miyopik hasta grubundaki desantralizasyonumuz 0.31 ± 0.19 mm olup, Giaconi ve ark. sonuçlarıyla ciddi benzerlik göstermektedir.

Lee ve ark. lazer prosedürünün tipi ve korneal topografi ile ölçülen ablasyon desantralizasyonu arasındaki ilişkiyi değerlendirmişler, ablasyon desantralizasyonunu, PRK'da 0.35 ± 0.22 mm, LASIK'te 0.47 ± 0.30 mm olarak bildirmişlerdir. Erkeklerde, ikinci kez ameliyat olan gözlerde, yaşlılarda, PRK yapılanlarda, ablasyon çapı geniş ve ablasyon derinliği sığ olanlarda, desantralizasyon miktarını daha az olarak bulmuşlardır ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır (13).

Mrochen ve ark. (21) desantralizasyon ile yüksek sıralı aberasyonlardaki değişimleri inceledikleri makalelerinde hem teorik olarak desantralizasyonun WF aberasyonları üzerindeki muhtemel etkilerini hesaplamışlar, hem de postoperatif dönemde klinik olarak bu aberas-

yonları ölçmüşlerdir. Her ne kadar, göz modelinden faydalanılarak yapılan teorik hesaplamalarda desantralizasyon ile sferik aberasyon ve koma aberasyonları arasında kuvvetli bir korelasyon bulmuşlarsa da, klinik olarak gerçek deneklerde yapılan ölçümlerde ise sadece sferik aberasyon ile desantralizasyon arasında bu kuvvetli ilişkinin devam ettiğini bildirmişlerdir. Koma benzeri aberasyonların subklinik desantralizasyon sonrasında iyileşme süreci ile azalmakta olduğunu savunarak bu bulgularını açıklamaya çalışmaktadırlar. Biz de aynı fikri paylaşmakta ve olgularımızdaki desantralizasyon miktarının az olması nedeniyle, muhtemel koma aberasyonlarından vertikal komanın, desantralizasyon ile zayıf bir korelasyon göstermesine rağmen, iyileşme süreci ile azaldığını; sferik aberasyonların ise sebat ettiğini ve bundan dolayı da desantralizasyon ile sadece sferik aberasyon arasında anlamlı bir korelasyon tespit edebildiğimizi düşünmekteyiz.

Bizim çalışmamızda literatürdeki bulguların biraz da aksine olarak WF aberasyonlarında bir artmadan ziyade yüksek sıralı RMS ($p=0.040$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı ölçüde (postoperatif dönemde) azalma gözlenmektedir. Bunun yanı sıra, negatif trifoil ve sferik aberasyon ölçümlerinde ise preoperatif ile postoperatif ölçümler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yüksek sıralı aberasyonlar içerisinde vertikal koma ve horizontal koma değerlerinde postoperatif dönemde preoperatif döneme kıyasla anlamlı bir artış gözlemlenirken, pozitif trifoil değerlerinde azalma izlenmiştir. Literatürde bildirilen çalışmaların aksine, aberasyon değerlerinde postoperatif dönemde ciddi bir artış gözlemişimizin en önemli etkenleri, sferik ablasyon paternleri uygulamamız ve tüm olgularda uçuşan nokta lazer sistemi kullanıyor olmamızdır.

Aktif göz takip sistemleri kullanılmasına rağmen, mükemmel santralizasyon garanti edilemez. Tüm göz takip sistemlerinin sınırlamaları mevcuttur. Bütün aktif göz takip sistemlerinde ablasyon merkezi, pupillanın merkezi olarak ayarlanmıştır. Ancak vizüel aksın korneadan geçen kısmı teorik olarak santralizasyonun optimum merkezidir. Kesin olarak işaretlemek mümkün olmadığı için desantralizasyonu tam olarak elimine etmek imkansızdır. İşte bu nokta pupil ofseti olan hastalarda önem arz etmektedir. Çalışmamızda en yüksek korelasyon desantralizasyonla pupil ofset değerleri arasında bulundu. Korneal verteksle pupilla girişi arasındaki mesafe arttıkça desantralizasyon artmaktadır. Büyük pupiller ofset değerlerine sahip vakalarda, iris kayıtlı, iris WF kılavuzlu tedaviler, iyi bir merkezi ablasyon elde etmek için daha uygun olacaktır.

Desantralizasyon, psödodesantralizasyondan ayırt edilmelidir. Vinciguerra ve ark. (29) lazer ablasyonu

sonrasında desantralizasyon ve psödodesantralizasyonun sebeplerini korneal topografi kullanarak değerlendirmişlerdir. İkisi arasındaki farkı ayırt etmede, haritaları ve tarif ettikleri kriterleri kullanmışlardır. 148 Hastadan sadece 5'inde (%3,4) desantralizasyon olduğunu bildirmiş, 143 gözü ise psödodesantralizasyon olarak tanımlamışlardır. Psödodesantralizasyonun değişik sebepleri arasında 28 hastada irregüler ablasyon, 107 hastada yüksek korneal diyoptrik eğim, 8 hastada santral adacık bulmuşlardır ve desantralizasyon ve psödodesantralizasyonun, midperifer kornea kurvatüründeki ani değişikliklerin sebep olduğu korneal topografik anomalilere bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Santral korneanın optik performans üzerindeki etkisini vurgulayarak, periferik değişikliklerin öneminin altını çizmekte ve anlık kurvatür haritaların değerlendirilmesini önermektedirler. Biz de çalışmamızda desantralizasyonun tayini için periferik korneal değişikliklere oldukça hassas olan kurvatür haritalarını kullandık. Bundan dolayı desantralizasyonu ölçme ve lokalize etme konusunda tamamıyla doğru yaptığımızı ve psödodesantralizasyonu başarıyla elimine ettiğimizi düşünüyoruz.

Geniş pupillalı gözlerde, kontrast sensitivitenin, koma benzeri aberasyonlara kıyasla sferik benzeri aberasyonlardan daha fazla etkilendiği düşünülmektedir (30). Ancak küçük pupillalı hastalarda koma benzeri aberasyonlar, kontrast sensitivite üzerine sferik-benzeri aberasyonlardan daha fazla etki gösterir. PRK'lı hastalarda, dilatasyon sonrasında korneal sferik benzeri aberasyonlarda korneal koma benzeri aberasyonlardan daha fazla artış olmaktadır (31). Diğer bir çalışmada, geniş pupil çapının PRK ve LASIK öncesinde koma benzeri aberasyonların baskın olduğu, cerrahi sonrasında ise sferik benzeri aberasyonların baskın olduğu gösterilmiştir (2). Miyopik gözlerde Wang ve ark. (32) pupil genişletildiğinde sferik aberasyondaki değişikliğin, koma benzeri aberasyonlardan daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Geniş pupillalı hastalardaki sferik aberasyon, daha fazla etkiye yol açarken; koma benzeri aberasyon, küçük pupillerde daha etkilidir. Bu nedenle bizim çalışmamızın gösterdiği gibi özellikle yüksek miyopisi olan hastalarda, hem pupil çapının diğer kırma kusurlarına göre daha geniş olması ve hem de postoperatif dönemde desantralizasyona bağlı olarak sferik aberasyondaki artışın beklenmesi, bu tip hastalarda ablasyonun santralizasyonun önemini arttırmaktadır.

Sonuç olarak PRK operasyonlarında aktif göz takip sistemleri ve uçuşan nokta ablasyon gibi teknolojik yeniliklere rağmen ablasyon desantralizasyonu, halen çekilmesi gereken bir komplikasyondur. Ablasyon desantralizasyonu, WF aberasyonlarını etkilemektedir ve özellikle postoperatif dönemdeki sferik aberasyon ile ablas-

yon desantralizasyonu büyüklüğü arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Bu nedenle özellikle sferik aberasyonda artış beklenen yüksek derecede miyopisi olan olgularda ablasyon santralizasyonu doğru bir biçimde yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Oshika T, Miyata K, Tokunaga T, Samejima T, Amano S, Tanaka S, Hirohara Y, Mihashi T, Maeda N, Fujikado T. Higher order WAVEFRONT aberrations of cornea and magnitude of refractive correction in lazer in situ keratomileusis. *Ophthalmology*. 2002;109(6):1154-8
2. Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, Howland HC, El Danasoury MA. Comparison of corneal WAVEFRONT aberrations after photorefractive keratectomy and lazer in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol*. 1999 Jan; 127(1):1-7.
3. Mierdel P, Kaemmerer M, Krinke HE, Seiler T. Effects of photorefractive keratectomy and cataract surgery on ocular optical errors of higher order. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1999;237(9):725-9.
4. Huang D. Physics of customized corneal ablation. In: Customized Corneal Ablation: The Quest for SuperVision. MacRae S, Krueger RR, Applegate RA, eds. Thorofare, NJ: SLACK Inc.; 2001:51-62.
5. Schwiegerling J. Theoretical limits to visual performance. *Surv Ophthalmol*. 2000;45(2):139-46.
6. Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, Krinke HE, Seiler T. Principles of Tscherning aberrometry. *J Refract Surg*. 2000;16(5):570-1.
7. Krueger RR. Technology requirements for Summit-Autonomous CustomCornea. *J Refract Surg*. 2000;16(5):592-601.
8. Thibos LN. Principles of Hartmann-Shack aberrometry. *J Refract Surg*. 2000;16(5):563-5.
9. Platt BC, Shack R. History and principles of Shack-Hartmann WAVEFRONT sensing. *J Refract Surg*. 2001; 17(5):573-7.
10. Molebny VV, Panagopoulou SI, Molebny SV, Wakil YS, Pallikaris IG. Principles of ray tracing aberrometry. *J Refract Surg*. 2000;16(5):572-5.
11. MacRae S, Fujieda M. Slit skiascopic-guided ablation using the Nidek lazer. *J Refract Surg*. 2000;16(5):576-80.
12. Tsai YY, Lin JM. Ablation centration after active eye-tracker-assisted photorefractive keratectomy and lazer in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2000; 26(1):28-34.
13. Lee JB, Jung JI, Chu YK, Lee JH, Kim EK. Analysis of the factors affecting decentration in photorefractive keratectomy and lazer in situ keratomileusis for myopia. *Yonsei Med J*. 1999;40(3):221-5.
14. Mulhern MG, Foley-Nolan A, O'Keefe M, Condon PI. Topographical analysis of ablation centration after excimer lazer photorefractive keratectomy and lazer in situ

- keratomileusis for high myopia. *J Cataract Refract Surg.* 1997;23(4):488-94.
15. Verdon W, Bullimore M, Maloney RK. Visual performance after photorefractive keratectomy. A prospective study. *Arch Ophthalmol.* 1996;114(12):1465-72.
 16. Wilson SE. LASIK: management of common complications. laser in situ keratomileusis. *Cornea.* 1998;17(5):459-67
 17. Giacconi JA, Manche EE. Ablation centration in myopic laser in situ keratomileusis. comparing the Visx S3 ActiveTrak and the Visx S2. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(8):1522-9.
 18. Schwartz-Goldstein BH, Hersh PS. Corneal topography of phase III excimer laser photorefractive keratectomy. Optical zone centration analysis. Summit Photorefractive Keratectomy Topography Study Group. *Ophthalmology.* 1995;102(6):951-62.
 19. Kim WJ, Chung ES, Lee JH. Effect of optic zone size on the outcome of photorefractive keratectomy for myopia. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22(10):1434-8.
 20. Azar DT, Yeh PC. Corneal topographic evaluation of decentration in photorefractive keratectomy: treatment displacement vs intraoperative drift. *Am J Ophthalmol.* 1997;124(3):312-20.
 21. Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, Seiler T. Increased higher-order optical aberrations after laser refractive surgery: a problem of subclinical decentration. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(3):362-9.
 22. Marcos S. Aberrations and visual performance following standard laser vision correction. *J Refract Surg.* 2001;17(5):596-601.
 23. Seiler T, Kaemmerer M, Mierdel P, Krinke HE. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol.* 2000;118(1):17-21.
 24. Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S, Navarro R, Llorente L, Barbero S. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2001;42(6):1396-403.
 25. Amano S, Tanaka S, Shimizu K. Topographical evaluation of centration of excimer laser myopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg.* 1994;20(6):616-9.
 26. Uozato H, Guyton DL. Centering corneal surgical procedures. *Am J Ophthalmol.* 1987 Mar 15;103:264-75. Erratum in: *Am J Ophthalmol* 1987 Jun 15;103(6):852.
 27. Lin JM, Chen WL, Chiang CC, Tsai YY. Ablation centration after active eye tracker-assisted LASIK and comparison of flying-spot and broad-beam laser. *J Refract Surg.* 2008;24(4):371-6.
 28. Giacconi JA, Manche EE. Ablation centration in laser in situ keratomileusis for hyperopia: comparison of VISX S3 ActiveTrak and VISX S2. *J Refract Surg.* 2003;19(6):629-35.
 29. Vinciguerra P, Randazzo A, Albè E, Epstein D. Tangential topography corneal map to diagnose laser treatment decentration. *J Refract Surg.* 2007;23(9 Suppl):1057-64.
 30. Oshika T, Tokunaga T, Samejima T, Miyata K, Kawana K, Kaji Y. Influence of pupil diameter on the relation between ocular higher-order aberration and contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(4):1334-8.
 31. Martínez CE, Applegate RA, Klyce SD, McDonald MB, Medina JP, Howland HC. Effect of pupillary dilation on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol.* 1998;116(8):1053-62.
 32. Wang Y, Zhao K, Jin Y, Niu Y, Zuo T. Changes of higher order aberration with various pupil sizes in the myopic eye. *J Refract Surg.* 2003;19(2 Suppl):270-4.