



Keratokonus Tanısında Optik Koherens Tomografi ile Pakimetric Haritalama

Optical Coherence Tomography Pachymetry Mapping in Diagnosis of Keratoconus

Hasan Ali Bayhan, Seray Aslan Bayhan, Canan Gürdal*, Tamer Takmaz*, İzzet Can

Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye

*Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Bölümü, Ankara, Türkiye

Özet

Amaç: Keratokonus hastalarındaki anormal korneal incelmeyi optik koherens tomografi (OKT) ile yapılan kornea kalınlık haritalaması ile değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Bu prospektif çalışmada keratokonus tanısı olan 33 hastanın 57 gözü, oküler patolojisi olmayan 25 kontrol hastasının 50 gözü ile karşılaştırıldı. Rutin oftalmolojik muayenenin ardından tüm olgulara kornea topografisi ve OKT ön segment modülü ile korneal pakimetric haritalama yapıldı. OKT pakimetric haritalamada merkezi korneal kalınlık (MKK), minimum korneal kalınlık (Min), süperior-inferior (S-I), minimum-medyan (Min-Med), süperonazal-inferotemporal (SN-IT), süperotemporal-inferonazal (ST-IN), minimum-maksimum (Min-Maks) ve minimum korneanın vertikal lokalizasyonu (MKVL) parametreleri değerlendirildi. Ölçümler tüm hastalarda 3 kez yapıldı ve istatistiksel analiz ve karşılaştırmalar için bu ölçümlerin ortalaması kullanıldı. OKT ile değerlendirilen tüm parametreler için eşik değerleri belirlendi. Bu parametrelerin duyarlılık, özgüllükleri ve alıcı işletim karakter eğrisi altındaki alan (AROC) değerleri hesaplandı.

Sonuçlar: Keratokonus grubundaki kornealar daha ince olarak bulundu. Keratokonus grubunda minimum korneal kalınlık 425 ± 63 μm iken kontrol grubunda $513,7 \pm 3$ μm idi ($p < 0,001$). En ince kornea keratokonus hastalarında daha inferiora yerleşmişti. MKVL değeri keratokonus grubunda $-845,6 \pm 427,9$ μm iken kontrol grubunda $-419,6 \pm 240,1$ μm idi ($p < 0,001$). Min-med değeri keratokonus grubunda $-46,3 \pm 23,8$ μm iken kontrol grubunda $-18,4 \pm 16,3$ μm idi ($p < 0,001$). Keratokonus grubunda incelleme daha asimmetriktir (S-I, SN-IT, ST-IN parametrelerinde gruplar arasındaki fark istatistiksel anlamlıydı ($p < 0,001$). OKT pakimetric parametrelerinin duyarlılık, özgüllük ve AROC değerleri sırasıyla %82-92, %54-89 ve 0,674-0,922 aralığında idi.

Tartışma: OKT pakimetric haritaları keratokonus tanısında yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. Kornea topografisi klinik bulgularla uyumlu olmayan hastalarda ilave bilgiler sağlamaktadır ve her iki cihazın verilerinin birlikte değerlendirilmesi keratokonus tanısında daha faydalı olabilir. (*Turk J Ophthalmol 2013; 43: 236-40*)

Anahtar Kelimeler: Keratokonus, optik koherens tomografi, pakimetric haritalama, korneal topografi

Summary

Purpose: To evaluate abnormal corneal thinning using optical coherence tomography (OCT) pachymetry mapping in keratoconus patients.

Material and Method: In this prospective study, 57 eyes of 33 keratoconus patients and 50 eyes of 25 control subjects without ocular pathology were compared. After routine ophthalmologic examination, corneal topography and corneal pachymetry mapping by OCT with anterior segment module were performed in all subjects. Central corneal thickness (CCT), minimum corneal thickness (Min), superior-inferior (S-I), minimum-median (Min-Med), superonasal-inferotemporal (SN-IT), superotemporal-inferonasal (ST-IN), minimum-maximum (Min-Max) and minimum corneal vertical localization (MCVL) parameters were evaluated from the OCT pachymetric maps. Measurements were performed three times in all patients, and the means of these data were used for statistical analysis and comparisons. Cut-off values were determined for all OCT-derived parameters. Sensitivity, specificity, and area under the receiver operating characteristic (AROC) curve were also calculated for these parameters.

Results: Keratoconic corneas were thinner. Minimum corneal thickness was 425 ± 63 μm in the keratoconus group, and $513,7 \pm 3$ μm in the control group ($p < 0,001$). The thinnest corneal location was inferiorly displaced in the keratoconus group. MCVL value was $-845,6 \pm 427,9$ μm in the keratoconus group and $-419,6 \pm 240,1$ μm in the control group ($p < 0,001$). Min-med was $-46,3 \pm 23,8$ μm and $18,4 \pm 16,3$ μm in keratoconus and control groups, respectively. Corneal thinning was more asymmetric in the keratoconus group (S-I, SN-IT, ST-IN parameters were statistically different between the groups, $p < 0,001$). Sensitivity, specificity, and AROC values of the OCT pachymetric parameters were within the range of 82-92%, 54-89%, and 0.674-0.922, respectively.

Discussion: OCT pachymetry maps have high sensitivity and specificity for keratoconus diagnosis. OCT provides additional information in patients whose corneal topography was inconsistent with clinical signs and interpretation of both devices together would be more valuable in the diagnosis of keratoconus. (*Turk J Ophthalmol 2013; 43: 236-40*)

Key Words: Keratoconus, optical coherence tomography, pachymetry mapping, corneal topography

Giriş

Keratokonus, korneanın bilateral, asimetric, progresif, noninflatuar şekil değişikliği göstermesidir. Korneanın incelenerek konik şekil aldığı ve apeksinin sıklıkla aşağıya doğru kaydığı ve bu nedenle irregüler astigmatizmanın görüldüğü bir ektazidir. Genel popülasyonda keratokonus prevalansı yaklaşık olarak 10.000 de 5-23 civarındadır. Hastalık gelişmiş ülkelerde korneal transplantasyonun en sık nedenlerinden biridir.¹ Orta ve ileri derecede keratokonus tanısını koymak klasik klinik ve topografik bulguları nedeniyle zor değildir, fakat en iyi düzeltilmiş görme keskinliği normal olan ve klinik bulguları olmayan hastalarda tanı koymak güçtür.² Bu durum özellikle lazer refraktif cerrahi öncesi muayenelerde önemlidir, çünkü lazer refraktif cerrahi öncesi saptanamamış korneal ektazik bozukluklar progresif keratoektaziye neden olabilirler. Lazer refraktif cerrahi için başvuran miyop hastaların %1-%6'sında keratokonus, keratokonus şüphesi veya diğer korneal ektaziler çıkmaktadır.³⁻⁵

Placido disk tabanlı korneal topografi günümüzde keratokonus tanısında en sık kullanılan cihazdır, klinik bulgular ve semptomlar olmadan dahi tanı koyabilmektedir. Korneal topografide keratokonik paterni gösterebilmek için birçok sayısal topografik indeks vardır ve bu indekslerin keratokonus tanısını koymada yüksek duyarlılık ve özgüllükleri vardır.⁶ Buna rağmen topografi cihazının bazı dezavantajları vardır. Topografi cihazı refraktif cerrahi öncesi taramada keratektazi riski olan tüm hastaları saptayamayabilir. Kornea yüzey düzensizliği veya göz yaşı kırılmasına bağlı olarak ideal topografik fotoğraflar her zaman alınmayabilir, korneal distorsiyona neden olan durumlar yanlış pozitif veya yanlış negatif keratokonus tanısına neden olabilirler.⁷

Korneal inceltme keratokonusta ana patolojik özelliklerden biridir. Korneal kalınlığa bakılarak yapılan keratokonus tanısı korneal topografiyle belirlenemeyecek ilave bilgilerin elde edilmesini sağlayabilir. Çalışmalarda periferik ve en ince (veya merkezi) korneal kalınlık arasındaki farkın keratokonuslu hastalarda normal hastalara göre anlamlı derecede fazla olduğu bildirilmiştir.^{2,8-10} Korneal kalınlık keratokonus tanısında kullanışlı bir parametre olabilir ve kalınlık haritalaması tanı konulmasında önemli ek faydalar sağlayabilir.

Optik koherens tomografi (OKT) mikron seviyesinde çözünürlükle kornea kalınlık haritalamasını vermektedir. Bu çalışmada OKT ile yapılan korneal pakimetric haritalama ile keratokonustaki anormal korneal inceltmeyi saptamak ve OKT pakimetric haritalamanın keratokonus tanısındaki yerini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu prospektif çalışma Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma hastanesinde yapıldı. Çalışmaya klinik olarak keratokonus tanısı konulan 33 hastanın 57 gözü (Grup 1, keratokonus grubu) ve 25 sağlıklı bireyin 50 gözü (Grup 2, kontrol grubu) dahil edildi. Tüm araştırma Helsinki deklarasyonu kurallarına uygun şekilde ve hastaların bilgilendirilmiş onam formları alınarak yürütüldü.

Tüm hastalara rutin oftalmolojik muayenenin ardından kornea topografisi (Keratron-Scout, Optikron 2000, Rome, Italy) ve OKT (RTVue, Optovue, Inc. Fremont, CA, USA) ile korneal kalınlık haritalaması yapıldı. Vogt çizgilenmesi, Fleischer halkası, Munson işareti, apikal skar, hidrops, apikal inceltme ve Rizutti belirtisi bulgularından en az biri bulunanlar ve kornea topografisinde asimetric papyon görünümü veya parasantral dikleşmesi bulunanlar keratokonus olarak kabul edildi. Keratokonus dışında korneal hastalığı olanlar ve oküler cerrahi hikayesi olanlar çalışma dışı bırakıldı.

Keratron-scout 28 halkalı Placido diski ile kornea yüzeyinin %80-90'ı hakkında bilgi veren bir topografi cihazıdır. Keratokonus taraması için kon lokalizasyonu ve büyüklük indeksi (CLMI) parametresini kullanmaktadır ve keratokonus olasılık yüzdesini (PPK) vermektedir. PPK değeri, hastalığın varlığı için belirlenen olasılık eşliğidir. Topografide PPK değeri %20-45 arası olanlar keratokonus şüphesi, %45 ve üzeri ise keratokonus olarak tanımlanmaktadır.¹¹ Tüm hastaların kornea topografisi üçer kez yapıldı ve değerlendirme için görüntülerden en iyi olanı alındı.

RTVue OKT korneal pakimetric haritalamayı ön segment adaptörü (CAM-L) ile yapmaktadır. Ölçüm paterni 8 meridyen üzerinde 6 mm dairesel olarak uzanan çizgilerden oluşmaktadır. OKT programı elde edilen görüntüyü otomatik olarak işler ve korneanın pakimetric haritasını verir. Kornea cihaz tarafından merkezi 2mm, 5mm ve 6mm çaplı dairesel halkalar ile sektörlere ayrılmaktadır (Resim 1). Çalışmamızda OKT kalınlık haritasının merkezi 2-5 mm'deki verileri değerlendirildi. Ölçümler tüm hastalarda üçer kez yapıldı ve istatistiksel analiz için ölçümlerin ortalaması kullanıldı.

Keratokonustaki anormal korneal inceltmeyi saptayabilmek için OKT pakimetric haritasında şu tanısal parametreler değerlendirildi. 1. Süperiyör-inferiyör (S-I): Süperiyör kornea alanının kalınlığından inferiyör kornea alanının kalınlığının çıkarılması.

2. Minimum-medyan (Min-Med): En ince korneal kalınlıktan medyan korneal kalınlığın çıkarılması.

3. Süperonazal-inferotemporal (SN-IT): Süperonazal korneal alanın kalınlığından inferotemporal alanın kalınlığının çıkarılması.

4. Süperotemporal-inferonazal (ST-IN): Süperotemporal korneal alanın kalınlığından inferonazal alanın kalınlığının çıkarılması.

5. Minimum-Maksimum (Min-Maks): En ince korneal kalınlıktan en kalın korneal kalınlığın çıkarılması.

6. Minimum korneal kalınlık: En ince korneal kalınlık

7. Minimum korneanın vertikal lokalizasyonu (MKVL)

Elde edilen veriler 'SPSS'16.0 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM) ve MedCalc (MedCalc Software version 12,3 bvba, Inc.) ortamında bilgisayara kaydedildi. Karşılaştırmalarda ki-kare ve student t testleri kullanıldı. Değerlendirmeler %95 güven aralığında yapıldı, p değerinin 0,05 den küçük olması istatistiksel anlamlı fark olarak kabul edildi. Duyarlılık ve özgüllük alıcı işletim karakter (ROC) eğrisi analizi ile belirlendi.

Paremetrelerin tanı koymadaki gücü alıcı işletim karekter eğrisi altındaki alan (AROC) ile değerlendirildi.

Bulgular

Çalışmaya alınan keratokonus hastaları ve kontrol grubu arasında yaş, cinsiyet ve lateralite açısından anlamlı fark yok idi ($p>0,05$). Sferik eşdeğer, astigmatizma, SmK ve PPK değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu ($p<0,05$). Tablo 1'de grupların genel özellikleri görülmektedir.

Tablo 1. Keratokonus ve kontrol grubundaki hastaların genel özellikleri			
	Keratokonus (Grup 1)	Kontrol (Grup 2)	p değeri
Cinsiyet (kadın/erkek)	16/17	12/13	0,933*
Yaş (yıl)	26,78±8,60	29,48±8,66	0,234**
Göz Sayısı (n)	57	50	-
Lateralite (sağ/sol)	30/27	25/25	0,877*
Sferik Eşdeğer (Dioptri)	-6,93±6,17	-1,85±2,57	<0,001**
Astigmatizma (Dioptri)	4,65±2,71	-0,38±0,90	<0,001**
SmK1 (Dioptri)	49,06±5,23	44,55±1,34	<0,001**
Smk2 (Dioptri)	51,66±5,83	43,71±1,26	<0,001**
PPK (%)	89,89±25,97	4,22±5,27	<0,001**

PPK: Keratokonus olasılık yüzdesi
*Ki-kare testi
** t testi

Tablo 2. Keratokonus ve kontrol grubundaki hastaların optik koherens tomografi korneal pakimetrik haritalama sonuçları			
	Korneal kalınlıklar (µm)		p* Değeri
	Keratokonus	Kontrol	
MKK	453,7±55,2	527,3±30,2	<0,001
S-I	61,6±38,6	16,8±19,2	<0,001
Min-Med	-46,3±23,8	-18,4±16,3	<0,001
SN-IT	68,8±46,8	20,3±20,8	<0,001
ST-IN	10,0±37,2	-3,8±17,8	0,019
Min-Maks	-117,4±60,2	-46,4±23,2	<0,001
Min	425,0±63,0	513,7±31	<0,001
MKVL	-845,6±427,9	-419,6±240,1	<0,001

MKK: Merkezi korneal kalınlık, S-I: Süperiyör-inferiyör, Min-Med: Minimum-medyan, SN-IT: Süperonazal-inferotemporal, ST-IN: Süperotemporal-inferonazal, Min-Maks: Minimum-Maksimum, Min: Minimum korneal kalınlık, MKVL: Minimum korneanın vertical lokalizasyonu.
* t testi

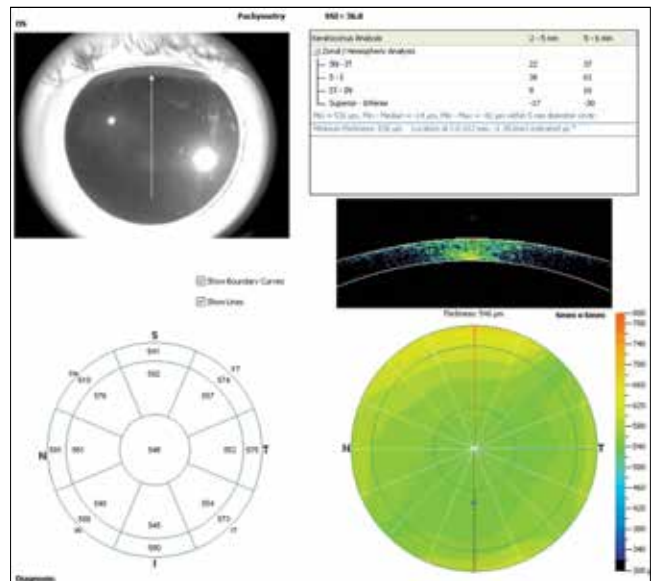
Kornea pakimetrik haritalamada değerlendirilen tüm parametreler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklı idi ($p<0,05$). Tablo 2'de olguların OKT ile belirlenen korneal kalınlık haritalama sonuçları görülmektedir.

Olguların OKT ile belirlenen parametrelerinin duyarlılık, özgüllük ve AROC değerleri Tablo 3'de görülmektedir.

Tartışma

Korneal topografi keratokonus tanısında altın standarttır. Keratokonus tanısı için normal, şüpheli ve anormal topografik paternler tanımlanmıştır. Rabinowitz-McDonnell indeksi, keratokonus tahmin indeksi (KPI), inferiyör-süperiyör indeksi (I-S), keratometri değerleri, ortalama kurvatür değerleri ve KISA % indeksi korneal topografide keratokonus tanısı için sık olarak kullanılan kalitatif indekslerdir. Bu indekslerin keratokonus tanısını koymada oldukça yüksek duyarlılığı vardır.¹²⁻¹⁴ Buna rağmen kontakt lens nedenli harpazlanma, subepitelyal depozitler ve skarlaşma, göz yaşı dağılım bozukluğu, kapak artefaktı ve korneal distorsiyona neden olabilen birçok diğer durumda korneal topografi keratokonus tanısını koyamayabilmektedir.^{7,15} Randleman ve ark.¹⁶ bildirdikleri metaanalizde postrefraktif keratektazi gelişen 93 hastanın %27'de cerrahi öncesi çekilen korneal topografinin normal bulunduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada hastaların %22'de asimetric papyon olduğu belirtilmiştir; asimetric papyon görünümü keratokonik bir paterni belirteceği gibi normal hastalarda da görülebilmektedir.¹⁷

Keratokonus tanısı için geliştirilen korneal topografik indekslerin her biri genellikle bir topografi cihazına özgüdürler. Genel olarak bu indeksler keratokonik bir paternin var olup olmadığı hakkında bilgi vermektedirler. Çalışmamızda kullanılan korneal topografi cihazı Keratron-Scout'da kullanılan CLMI indeksi keratokonik paternin varlığı yanında konun



Resim 1. RTvue OKT ön segment modülü(CAM-L) ile korneal pakimetrik haritalama

Tablo 3. Olguların OKT ile belirlenen parametrelerinin duyarlılık, özgüllük ve AROC değerleri

	Eşik değeri (μm)	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)	AROC
S-I	>36	74	92	0,850
Min-Med	<-23	89	85	0,922
SN-IT	>52	63	96	0,819
ST-IN	>22	54	86	0,674
Min-Maks	<-75	82	94	0,910
Min	<458	76	98	0,916
MKVL	<-740	81	82	0,847

S-I: Süperiyor–inferiyor, Min-Med: Minimum–medyan, SN-IT: Süperonazal–inferotemporal, ST-IN: Süperotemporal–inferonazal, Min-Maks: Minimum–maksimum, Min: Minimum korneal kalınlık, MKVL: Minimum korneanın vertikal lokalizasyonu, AROC: Alıcı işletim karakter eğrisi altındaki alan

lokalizasyonu ve kurvatür büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir, böylece hastalığın progresyonunun takibi kolaylaşmaktadır.¹¹

Keratokonus korneal inceltme ile seyreden bir hastalıktır.¹ Normal kornealarla kıyaslandığı zaman erken evre ve subklinik keratokonusu da korneal kalınlıkta azalma vardır. Ultrasonik pakimetri ve ultrasonik biomikroskopi ile yapılan çalışmalarda periferik ve en ince (veya merkezi) korneal kalınlık arasındaki farkın keratokonus hastalarında normal hastalardan daha fazla bulunduğu bildirilmiştir.^{9,18-20} Owens ve Watters²⁰ MKK ile keratometri değerleri arasında ters bir ilişki olduğunu, keratokonus ilerledikçe keratometri değeri artarken MKK'nın azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ortalama MKK keratokonus grubunda 453 mikron iken kontrol grubunda 527 mikron idi ve aradaki fark anlamlı idi. Bu değerler keratokonus ve normal hastalarda MKK için daha önceden bildirilen 442-459 μm ve 522-566 μm aralıklarında idi.^{2,3,21}

Çalışmamızda keratokonus ve kontrol gruplarının en ince korneal kalınlık değerleri sırasıyla 425 μm ve 513 μm olarak bulundu. Bu değerler Ambrosio ve ark.⁸ ile Rabinowitz ve ark.²¹ keratokonus ve kontrol gruplarında sırasıyla bildirdikleri 428 μm ve 537 μm ile 433 μm ve 522 mikron verileriyle uyumlu iken Li ve ark.²² çalışmasında bildirilen 452 μm ve 546 mikrona göre oldukça düşük idi. Çalışmamızda en ince korneal kalınlık için eşik değeri 458 mikron olarak tespit edildi. En ince korneal kalınlık %98 özgüllük ile tüm parametreler arasında özgüllüğü en yüksek olan parametre idi. Li ve ark.²² keratokonus hastalarına OKT ile pakimetri haritalama yaptıkları çalışmalarında minimum korneal kalınlık için eşik değerini bizim çalışmamızdan oldukça yüksek (492 mikron) bildirmişlerdir. Zaten araştırmacılar çalışmalarında en ince

korneal kalınlık değerinin beklenenden yüksek olduğunu ve bu durumun çalışma grubundaki hasta sayısının azlığı ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Fokal korneal inceltme keratokonus tanısında daha spesifik bir parametredir. Fokal korneal inceltmeyi minimum-median değeri göstermektedir. Çalışmamızda minimum-median değeri için eşik değeri -23 mikron olarak bulunmuştur. Bu parametre için özgüllük 85, duyarlılık 89 olarak bulunmuştur (Tüm parametreler içinde en yüksek duyarlılık). Minimum korneal kalınlık ve minimum-median parametrelerinin her ikisinin birden verilmesi hem fokal hem de yaygın korneal inceltme hakkında bilgi sağlar ayrıca iki parametrenin birlikte değerlendirilmesi daha yüksek duyarlılık ve özgüllük vermektedir.

Fokal korneal inceltmeye ek olarak asimetrik ve eksantrik korneal inceltme de keratokonus tanısında önemlidir.²³ Çalışmamızda asimetrik korneal inceltme için pakimetri haritalamada S-I, SN-IT, ST-IN parametreleri değerlendirildi. Tüm bu parametrelerin keratokonus grubunda kontrol grubuna göre anlamlı farklı olduğu izlendi. Yüksek hızlı ön segment OKT ile yapılan bir çalışmada I-S, IT-SN parametrelerinde anlamlı fark bulunurken T-N, IN-ST parametrelerinde keratokonus ve normal hastalar arasında fark bulunmadığı belirtilmiştir.²² Korneal inceltmenin eksantrisitesini göstermek için de minimum korneanın vertikal lokalizasyonu parametrelerine bakılmıştır. MKVL keratokonuslu gözlerde kontrol grubuna göre daha inferiyora yerleşmişti ve eşik değeri -740 mikron idi.

Çalışmamızda kullanılan OKT Fourier domain prensibiyle çalışmaktadır, korneadan saniyede 26,000 aksiyel kesit alarak pakimetri haritalama yapmaktadır. Yüksek kesit hızı istemsiz göz hareketi nedeniyle olacak etkileri en düşük seviyeye indirgemektedir, böylece santral ve periferik korneanın tekrarlanabilirliği oldukça iyi olmaktadır.²⁴ Bu cihazla santral 6 mm korneal alandan pakimetri haritalama yapılmaktadır. Bu haritalama keratokonus taraması için yeterlidir çünkü çoğu keratokonus hastasında kornea apeksinin santral 5 mm çaplı alanda yer aldığı gösterilmiştir.²⁵ OKT distorsiyon yapan durumlardan etkilenmez, normal, postoperatif ve opasifiye kornealarda bile korneal kalınlık haritasını güvenli şekilde verir.²⁶ Li ve ark.²² çalışmalarında OKT ile pakimetri haritalamanın keratokonusdaki anormal korneal inceltmeyi kesin olarak gösterdiğini ve korneal pakimetri haritalama ile keratokonus tanısının duyarlılık ve özgüllüğünün topografik KISA kadar olduğunu belirtmişlerdir.

AROC değeri bir tanısal parametrenin hastalığı olanları ve olmayanları birbirinden ayırt etme gücünü göstermektedir. AROC değerinin 0,9 ile 1,0 arası olması mükemmel, 0,8-0,9 arasında olması iyi sonuç olarak tanımlanmıştır. Çalışmamızda değerlendirilen 7 parametreden 6'sının AROC değeri 0,8'in üstünde idi. OKT ile değerlendirilen parametrelerden her birinin duyarlılık, özgüllük ve AROC değerleri oldukça yüksek olarak bulundu. Parametrelerden iki veya daha fazlası anormal olunca duyarlılık, özgüllük ve AROC değerleri daha da artacaktır. Çalışmamızda bakılan yedi parametrenin birbirini tamamlayıcı özellikleri vardır ve birlikte değerlendirilmeleri önemlidir.

Sonuç olarak OKT ile yapılan pakimetrik haritalama keratokonustaki anormal korneal incelmeyi kesin olarak göstermektedir. Özellikle korneal topografinin belirsiz ve şüpheli olduğu olgularda OKT pakimetrik haritalama korneal topografi ile elde edilemeyecek ilave bilgiler sağlamaktadır ve her iki cihazın verilerinin birlikte değerlendirilmesinin tanıda daha faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

1. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998;42:297-319.
2. Pflugfelder SC, Liu Z, Feuer W, Vern A. Corneal thickness indices discriminate between keratoconus and contact lens-induced corneal thinning. *Ophthalmology.* 2002;109:2336-41.
3. Ambrosio R Jr, Kylece SD, Wilson SE. Corneal topographic and pachymetric screening of keratorefractive patients. *J Refract Surg.* 2003;19:24-9.
4. Nesburn AB, Bahri S, Salz J, et al. Keratoconus detected by videokeratography in candidates for photorefractive keratectomy. *J Refract Surg.* 1995;11:194-201.
5. Wilson SE, Kylece SD. Screening for corneal topographic abnormalities before refractive surgery. *Ophthalmology.* 1994;101:147-52.
6. Rabinowitz YS, Garbus J, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in family members of patients with keratoconus. *Arch Ophthalmol.* 1990;108:365-71.
7. Maeda N, Kylece SD, Smolek MK. Comparison of methods for detecting keratoconus using videokeratography. *Arch Ophthalmol.* 1995;113:870-4.
8. Ambrosio R Jr, Alonso RS, Luz A, Coca Velarde LG. Corneal thickness in spatial profile and corneal-volume distribution: tomographic indices to detect keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1851-9.
9. Avitabile T, Marano F, Uva MG, Reibaldi A. Evaluation of central and peripheral corneal thickness with ultrasound biomicroscopy in normal and keratoconic eyes. *Cornea.* 1997;16:639-44.
10. Uçakhan OO, Ozkan M, Kanpolat A. Corneal thickness measurements in normal and keratoconic eyes; Pentacam comprehensive eye scanner versus noncontact specular microscopy and ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:970-7.
11. Mahmoud AM, Roberts CJ, Lembach RG, Twa MD, Herderick EE, McMahon TT. CLMI: The cone location and magnitude index. *Cornea.* 2008;27:480-7.
12. Rabinowitz YS. Videokeratographic indices to aid in screening for keratoconus. *J Refract Surg.* 1995;11:371-9.
13. Maeda N, Kylece SD, Smolek MK, Thompson HW. Automated keratoconus screening with corneal topography analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35:2749-57.
14. Rabinowitz YS, Rasheed K. KISA% index: a quantitative videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 1999;25:1327-35.
15. Wilson SE, Lin DT, Klyce SD, Reidy JJ, Insler MS. Topographic changes in contact lens-induced corneal warpage. *Ophthalmology.* 1990;97:734-44.
16. Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology.* 2008;115:37-50.
17. Levy D, Hutchings H, Rouland JF, et al. Videokeratographic anomalies in familial keratoconus. *Ophthalmology.* 2004;111:867-74.
18. Avitabile T, Marano F, Castiglione F, Reibaldi A. Keratoconus staging with ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmologica.* 1998;212(Suppl 1):10-2.
19. Gromacki SJ, Barr JT. Central and peripheral corneal thickness in keratoconus and normal patient groups. *Optom Vis Sci.* 1994;71:437-41.
20. Owens H, Watters GA. An evaluation of the keratoconic cornea using computerised corneal mapping and ultrasonic measurements of corneal thickness. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1996;16:115-23.
21. Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H, Elashoff J. Accuracy of ultrasonic pachymetry and videokeratography in detecting keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 1998;24:196-201.
22. Li Y, Meisler DM, Tang M, et al. Keratoconus diagnosis with optical coherence tomography pachymetry mapping. *Ophthalmology.* 2008;115:2159-66.
23. Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD, et al. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:2035-8.
24. Li Y, Tang M, Zhang X, Salaroli CH, Ramos JL, Huang D. Pachymetric mapping with Fourier-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:826-31.
25. Tang M, Shekhar R, Miranda D, Huang D. Characteristics of keratoconus and pellucid marginal degeneration in mean curvature maps. *Am J Ophthalmol.* 2005;140:993-1001.
26. Li Y, Shekhar R, Huang D. Corneal pachymetry mapping with high-speed optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2006;113:792-9.