



Subklinik Keratokonus, Klinik Keratokonus ve Normal Gözlerde (Beyaz Irk) Scheimpflug Tomografi Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Scheimpflug Tomography Parameters in Subclinical Keratoconus, Clinical Keratoconus and Normal Caucasian Eyes

© Samira Huseynli, © Farah Abdulaliyeva

Zarifa Aliyeva Ulusal Oftalmoloji Merkezi, Göz Hastalıkları Kliniği, Bakü, Azerbaycan

Öz

Amaç: Genç beyaz ırkta subklinik ve klinik keratokonuslu gözlerin tomografik ve topografik parametrelerinin normal gözlerle karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Bu kesitsel çalışmaya 88 normal göz (kontrol grubu), 24 preklinik evrede progresif keratokonuslu gözün bilateral verisi (bilateral subklinik keratokonus grubu), unilateral keratokonuslu hastanın diğer 40 gözü (diğer göz grubu) ve 97 hafif keratokonuslu göz (klinik keratokonus grubu) dahil edildi. Scheimpflug tomografi ile çalışmaya dahil edilen tüm gözlerin topografik ve tomografik verileri, gelişmiş elevasyon haritaları ve keratokonus indeksleri kaydedildi. Subklinik ve klinik keratokonuslu gözleri normal gözlerden ayırt etmek için kullanılabilecek parametreleri değerlendirmede işlem karakteristik eğrisi (ROC) analizi kullanıldı. Ana etkili parametreler duyarlılık ve özgüllük açısından değerlendirildi ve normal kornealardan subklinik keratokonus ve keratokonuslu korneaları ayırmak için optimal kesim noktaları belirlendi.

Bulgular: Subklinik ve klinik keratokonuslu gözlerin normal grup ile karşılaştırması sonucunda tanı parametrelerinin çoğunda anlamlı farklar olduğu görüldü. ROC eğrisi analizi birçok Pentacam parametresinin (genel D değeri, anterior ve posterior elevasyon ve elevasyon farkı, pakimetri progresyon indeksi, yüzey varyans indeksi, yükseklik desantrasyon indeksi ve keratokonus indeksi) ektatik korneaların normal kornealardan ayırt edilmesinde çok etkili olduğunu göstermiştir. Tüm subklinik keratokonuslu gözlerde klinik keratokonuslu gözlerle göre tüm sonuçlar orantısız olarak daha düşük bulunmuştur. Bilateral subklinik keratokonuslu gözlerde pakimetrik ölçüm değerleri progresif olarak azaldı ve analiz edilen tomografik ve topografik parametrelerin duyarlılığı ve özgüllüğü, sağlıklı kornealardan subklinik keratokonusu ayırt ederken diğer göz grubuna göre daha yüksek bulundu.

Sonuç: D değeri, elevasyon parametreleri, progresyon indeksi ve bazı yüzey indeksleri gibi Scheimpflug tomografi parametreleri, beyaz ırkta keratokonusu normal korneadan etkili bir şekilde ayırt edebilir. Bununla birlikte, subklinik keratokonusu ayırt etmek için farklı verilerin bir kombinasyonunun kullanılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Subklinik keratokonus, keratokonus, Scheimpflug tomografi, Pentacam

Abstract

Objectives: To evaluate tomographic and topographic parameters in subclinical and clinical keratoconus eyes by comparing them with normal eyes in a young Caucasian population.

Materials and Methods: This cross-sectional study included 88 normal eyes (control group), bilateral data from the preclinical stage of 24 progressive keratoconus eyes (bilateral subclinical keratoconus group), 40 fellow eyes of patients with unilateral keratoconus (fellow eyes group) and 97 eyes with mild keratoconus (clinical keratoconus group). Topographic and tomographic data, data from enhanced elevation maps and keratoconus indices were measured in all study eyes using Scheimpflug tomography. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was used to assess individual parameters to discriminate eyes of patients with subclinical and clinical keratoconus from control eyes. The sensitivity and specificity of the main effective parameters were evaluated and optimal cut-off points were identified to differentiate subclinical keratoconus and keratoconus from normal corneas.

Results: Comparison of all subclinical and clinical keratoconus eyes from the normal group revealed significant differences in most diagnostic parameters. The ROC curve analysis showed high overall predictive accuracy of several Pentacam parameters (overall D value, anterior and posterior elevations and difference elevations, pachymetry progression index, index of surface variance, index of height

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Samira Huseynli, Zarifa Aliyeva Ulusal Oftalmoloji Merkezi, Göz Hastalıkları Kliniği, Bakü, Azerbaycan

Tel.: +99 412 659 09 47 E-posta: farah-dr@mail.ru **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0002-4558-2062

Geliş Tarihi/Received: 05.07.2017 **Kabul Tarihi/Accepted:** 30.11.2017

©Telif Hakkı 2018 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

Abstract

decentration and keratoconus index) in discriminating ectatic corneas from normal ones. These outcomes were proportionally less pronounced in all subclinical keratoconus eyes than in the clinical keratoconus eyes. Pachymetric readings were progressively lower in the bilateral subclinical keratoconus eyes and sensitivity and specificity of the analyzed tomographic and topographic parameters were higher than the fellow eyes group when differentiating subclinical keratoconus from healthy corneas.

Conclusion: Scheimpflug tomography parameters such as D value, elevation parameters, progression index and several surface indices can effectively differentiate keratoconus from normal corneas in a Caucasian population. Nevertheless, a combination of different data is required to distinguish subclinical keratoconus.

Keywords: Subclinical keratoconus, keratoconus, Scheimpflug tomography, Pentacam

Giriş

Keratokonus (KK), korneanın ektatik bir hastalığıdır. Çoğu olguda bilateraldir. Korneal protrüzyon, düzensiz astigmatizma ve azalmış görme ile sonuçlanan ilerleyici korneal incelmeye ile karakterizedir.^{1,2} Modern dönemde bilgisayar tabanlı teknolojiler ve görüntüleme teknikleri gelişmektedir ve KK tanısı koymak kolaylaşmaktadır. Bu nedenle, subklinik KK (SkKK) ve klinik KK insidansının belirlenmesi, bu hastalıklarda yeni tedavi seçeneklerinin sağlık maliyetleri üzerindeki etkisinin daha doğru tahminini sağlayacaktır.³ KK insidansı, etnik köken gibi faktörlere ve tanıda kullanılan kriterlere bağlı olarak değişmektedir. Çoğu tahmine göre genel nüfustaki insidansı 100.000'de 50 ila 230 arasındadır, ancak oranlar farklı coğrafi bölgelerde büyük farklılık göstermektedir.⁴ Kornea topografisi ve biyomikroskopik, retinoskopik ve pakimetrik bulgular nedeniyle KK taraması zor değildir. Bu ektatik bozukluğu erken veya preklinik aşamalarda tespit etmek zordur. Daha yüksek risk altındaki veya duyarlı korneaların saptanması, refraktif cerrahlar için önemli bir sorundur.⁵

KK'nin erken saptanması, bu hastaların klinik tedavisi ile yakından ilişkilidir; örneğin bu hastalara refraktif lazer tedavisi yapılmamalıdır, aksine progresif ektaziye saptamak için ektatik bozukluk açısından daha ileri değerlendirme yapılmalıdır. Preoperatif topografinin normal olmaması ve yaş, ektazi gelişimi için en önemli belirleyici değişkenlerdir.⁶

SkKK terimi, kornea topografisi gibi sadece tanısal muayenelerle saptanabilen KK'nin preklinik evresini tanımlar. Bu verilerin refraktif cerrahide hasta taramasında kullanılması için yoğun çaba harcanmış ve SkKK ile normal korneayı birbirinden ayırmak için kornea topografisi kullanılarak birçok farklı yaklaşım geliştirilmiştir.⁷ Bununla birlikte, tanımlanmış eşik kriterlerinin olmaması nedeniyle, SkKK'nin kesin tanısı hala zordur. Bu zorluğun önemli bir nedeni, bilateral KK şüphesi olan kişilerin, bir gözde kesin KK gelişene kadar şüpheli aşamada kalmalarıdır. Bu sebeple, erken evrelerde semptom olmaması nedeniyle, hastalar sıklıkla ileri KK ile başvurulur. Çalışmalar, normal gözler ve olası SkKK gözler arasında, hastaların aile üyelerinin gözleri veya kendi diğer gözleri veya LASIK sonrası ektazi gelişen gözlerde olduğu gibi, kornea topografik paternleri açısından farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur.^{8,9,10}

Kullandığımız Scheimpflug kamera KK'nin erken formlarını saptamada en hassas cihaz olarak kabul edilmektedir. Kornea kalınlığı spasyal profili, kalınlık artışı yüzdesi ve Belin/Ambrosio Gelişmiş Ektazi Ekranı (BAD) gibi tomografik

kalınlık değerlendirme parametrelerinden elde edilen çeşitli indeksleri kullanır. BAD ekranı, ektatik değişimleri taramak için hem ön hem arka elevasyon verilerini ve pakimetrik verileri kullanır.^{11,12,13} Bu çalışmanın amacı, Scheimpflug görüntüleme kamerası ile beyaz ırkta erken keratokonik korneaların keratometrik, topometrik ve pakimetrik özelliklerini analiz etmek ve normal gözlerden SkKK'li ve KK'li gözleri ayırmada farklı indekslerin yararlılığını araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Bu kesitsel çalışmada, kliniğimizde muayene edilen ve Pentacam HR ile görüntülenen hastaları değerlendirdik. Çalışma Zarifa Aliyeva Ulusal Oftalmoloji Merkezi Yerel Etik Kurulu tarafından onaylandı ve çalışmada Helsinki Bildirgesi ilkelerine bağlı kalındı. Hastalardan muayeneden önce bilgilendirilmiş onam alındı ve hastaların adları gizli tutuldu. Çalışmaya dahil edilme kriterleri, 17 yaşından büyük olma ve CLEK (Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus) grubunda tanımlanan KK tanı kriterlerine göre hastanın kesin tanı almasıdır.¹⁴ SkKK tanısı, önceki çalışmalarda tanımlanan kriterler kullanılarak belirlendi.^{15,16,17,18,19,20,21,22,23} Bu kriterler kornea topografisinde normal olmayan lokalize dikleşme ya da asimetrik papyon paterni, biyomikroskopide normal görünümülü kornea ve aşağıdaki belirtilerden en az bir tanesinin varlığı idi: Dik keratometrik eğrilik (>47,0 genel deviasyon [D]); oblik silindir >1,5 D; merkezi kornea kalınlığının 500 mm'den az olması; diğer gözde klinik KK olması (topografi normal veya anormal olabilir). SkKK gözler için, Scheimpflug kamera keratokonüs indekslerine (Kİ) göre, Pentacam KK sistem değeri "0" olup normal olarak kategorize edilmektedir.

Kontrol olguları refraktif cerrahi adayı hasta veri tabanından korneası normal, miyopik veya miyopik astigmatizmalı hastalardan seçilmiştir. Oküler patolojisi olmayan, daha önce oküler cerrahi geçirmeyen ve kornea tomografisinde düzensiz kornea paterni olmayan gözler normal kabul edildi. Her adayın bir gözü çalışmaya dahil edilmek üzere rastgele seçildi. Kornea cerrahisi öyküsü, belirgin kornea skarı ve sonuçları potansiyel olarak etkileyebilecek belirgin oftalmik hastalığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışmada, Pentacam HR Scheimpflug kamera tabanlı (Oculus Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Almanya) WaveLight Oculyzer II (Alcon Surgical, Ft Worth, Teksas, ABD) cihazı kullanıldı. Yazılım sürümü 1.17r47 idi. Kayıtlar, cihazın kullanım kılavuzunda önerildiği şekilde alındı.²⁴ Görüntü kalitesi kontrol edildi ve her göz için yüksek kalitede sadece

bir muayene kaydedildi. Parametreler topografik, topometrik haritalar ve BAD'den elde edildi. Aşağıdaki parametreler farklı haritalardan elde edildi.

Topografik haritalardan elde edilen veriler: En düz (K1) ve en dik (K2) meridyenler boyunca elde edilen keratometrik değerlerin ortalaması, topografik astigmatizma (silindir) ve ön korneal yüzeylerin asferisitesi, apekten mm olarak mutlak mesafedeki dikey ve yatay konumun korneanın önündeki maksimum eğrilik kuvveti, merkezdeki (merkezi kornea kalınlığı) ve korneanın en ince noktasındaki (en ince kornea kalınlığı) korneal kalınlık. Ayrıca, kornea apeksinden korneanın en ince noktasına olan mutlak mesafeler ölçüldü.

BAD'den aşağıdaki kornea yüksekliği verileri elde edildi: Referans yüzey olarak (mikron olarak) konvansiyonel en iyi uyan küre (BFS) yöntemi kullanılarak 8 mm anterior ve posteriorda en ince nokta ölçümü ve BFS ile gelişmiş BFS (korneanın en ince kısmında 3,5 mm optik alanın dışlanmasıyla) arasındaki kornea elevasyonu farkları diferansiyel olarak ölçüldü.

Ekranda ayrıca, ön yüzey, arka yüzey, pakimetrik ilerleme, en ince nokta ve en ince nokta deplasmanı olmak üzere beş yeni veri (D değeri, ortalamadan standart deviasyon [SD] uzaklığı) mevcuttur. D değeri, beş parametrenin her birinin dikkate alındığı son genel harita değerlendirmesidir. Her bir D parametresi ve ortalamadan SD uzaklığı olarak rapor edilen son D değeri kaydedildi. Progresyon indeksi, ortalama eğriyi referans alan, farklı pakimetrik halkalardaki ortalama progresyon değeri olarak hesaplanır. Ortalama, minimum ve maksimum pakimetrik progresyon indeksi kaydedildi.

Kornea hacmi, ön korneal apekse merkezli 3, 5 ve 7 mm çapta ölçülen kornea hacmi olarak bildirilmiştir.

Topometrik haritadan: KK hastalarını ince korneaya sahip sağlıklı gözlerden ayırt etmek için yüzey varyans indeksi, dikey asimetri indeksi, K1, santral K1, yükseklik asimetrisi indeksi ve yükseklik desantrasyon indeksi gibi korneal parametreler değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerde SPSS yazılımından (sürüm 23.0, SPSS, Inc. Chicago, IL, ABD) yararlanıldı. Gruplar arası yaş farklılıklarının belirlenmesinde ANOVA kullanıldı. KK grubundaki tüm indekslerin normal dağılım göstermediği için, analiz edilen parametreler gruplar arasından non-parametrik Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırıldı. Post hoc analizde, her grup çiftinin karşılaştırılması için Bonferroni düzeltmesi ile Mann-Whitney U testi ile yapıldı.

Sonuçlar ortalama $\pm$ SD olarak ifade edildi ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. KK'li gözlerin belirlenmesi için kullanılan testlerin genel tahmin doğruluğunu değerlendirmede işlem karakteristik eğrisi (ROC) kullanıldı. Tanı özgüllüğü ve duyarlılığı en etkili on parametre değerlendirildi ve ROC ile karşılaştırılarak kesim noktaları belirlendi.

Bulgular

Hafif KK'li 97 olgunun (Pentacam sistem değeri TKC değeri 1) 97 gözü (erkek/kadın oranı 80/17), SkKK 64

hastanın 88 gözü (erkek/kadın oranı 60/4 idi) (Pentacam sistem değeri TKC) ve refraksiyon cerrahisine aday 88 olgunun (erkek/kadın oranı 55/33) normal kornealı 88 gözü değerlendirildi. KK, SkKK ve normal kornea olgularında ortalama yaş sırasıyla $22,19 \pm 2,97$, $21,5 \pm 3,13$ ve $21,5 \pm 2,95$ yıl idi. SkKK'li hastalardan 12 hastanın 24 gözü bilateral SkKK alt grubuna dahil edildi; diğer 40 göz ise unilateral SkKK grubunu oluşturdu. Progresif KK'li hastaların her iki gözüne ait preklitik evre verileri bilateral subklitik grup verilerine dahil edildi. Bilateral subklitik grupta yer alan hastaların her iki gözünde şüpheli tomografi ve topografi bulguları vardı ve bir ila üç yıl süreli izlem süresinde tek ya da her iki gözde KK progresse olmuştu. Bir gözüne klinik KK tanısı konan ve diğer gözünde klinik KK tanısı konabilecek düzeyde biyomikroskopi bulgusu veya topografi bulgusu saptanmayanlar unilateral SkKK alt grubuna dahil edildi. Pentacam parametrelerinin ortalamaları ile KK ve SkKK olguları arasındaki farklar Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tüm SkKK'li gözler ile kontrol gözler arasında ortalama ve maksimum keratometri ve astigmatizma açısından anlamlı fark bulunamadı ($p \geq 0,07$, Kruskal-Wallis testi). Bununla birlikte, diğer tüm değerler analiz edilen gruplar arasında anlamlı düzeyde farklıydı (Tablo 2).

Bilateral SkKK gözler, klinik KK hastaların diğer gözleri ile karşılaştırıldığında kornea kalınlığı değişkenlerinde anlamlı fark görüldü ($p < 0,01$, Mann-Whitney U testi). Kornea hacmi (KH 3-7) değerleri, bilateral SkKK grubunda, unilateral KK gruplarına göre daha düşük dağılım gösterdi ($p < 0,01$, Kruskal-Wallis testi). Bununla birlikte, diğer tanı değişkenleri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu.

Klinik KK ve diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda şu anlamlı sonuçlar bulundu: KK ve normal gözlerin karşılaştırması: Tüm değişkenler ($p < 0,01$, Mann-Whitney U testi); KK göz ile hastanın diğer gözünün karşılaştırması: KH7 ve en ince noktanın apekten mutlak uzaklığı hariç tüm değişkenler ve KK ile bilateral SkKK gözlerin karşılaştırması: Düz keratometri, astigmatizma ve hacim değerleri dışındaki tüm değişkenlerde anlamlı düzeyde fark olduğu bulundu.

İşletim Karakteristik Eğrisi Analizi

SkKK'li hastaların diğer gözlerini, kontrol gözlerden ayırt ederken D değeri en yüksek AUC (0,904) değerine sahipti. Bunu posterior elevasyon (0,887) değeri izledi (Tablo 3).

Bilateral SkKK gözler ile kontrol gözlerin ayırımında, çoğu parametrenin yüksek AUC değerlerine sahip olduğu görüldü (Tablo 3); ancak, kornea kalınlığı ve hacim parametrelerinin AUC değerleri diğer gruplardan daha yüksekti.

Klinik KK ve normal kontrol grupları arasında, karakteristik parametrelerin çoğunun tanısal etkinliği, mükemmel ayırıcılık kapasitelerini gösterir şekilde, anlamlı düzeyde arttı (her biri için $AUC > 0,9$). Bununla birlikte, en ince noktada posterior elevasyon, genel D değeri ve K1, en yüksek AUC değerlerine sahipti (Tablo 3).

Tüm çalışma gruplarının ROC analizinden elde edilen ana etkili Pentacam parametreleri için kesim noktaları, duyarlılık ve özgüllük değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Şekil 1 subklinik ve klinik KK saptamak için daha yüksek tahmin doğruluğuna sahip ana etkili Pentacam parametrelerine ait işlem karakteristik eğrilerinin grafiklerini göstermektedir.

Tartışma

Primer KK'nin patogenezi net olarak bilinmemektedir. Literatürden bilindiği üzere, KK çoğunlukla bilateral olarak ortaya çıkar, ancak başlangıçta sadece bir göz etkilenmiş olabilir. Ayrıca, etkilenmeyen diğer gözlerin yaklaşık %50'sinde 16 yıl içinde KK gelişeceği bilinmektedir. Li ve ark.⁹ tarafından yapılan bir çalışmada ünilateral KK'li hastaların klinik olarak normal olan diğer gözlerinin üçte birinden fazlasında 8 yıllık izlem

süresince belirgin KK geliştiği bildirilmiştir. Birçok çalışmada farklı etnik popülasyonlarda Pentacam cihazı ile KK'nin erken taraması ve tanısı araştırılmıştır.^{16,17,18,19,20,21,22,25,26,27,28,29,30,31} Sonuçlar farklı popülasyonlarda ırk, coğrafi konum ve çalışmaya dahil edilen örnek sayısına bağlı olarak değişiklik göstermiştir (Tablo 5).

Bu gibi çalışmaların çoğu, subklinik/forme fruste KK (erken evre) tanısı için kullanılan kriterler açısından farklılık göstermektedir.^{16,17,18,19,20,21}

Bu çalışmanın amacı, KK'li hastaların klinik olarak normal diğer gözleri ve bilateral KK'den şüphelenilen hastalarda belirgin olmayan morfolojik değişikliklerin özelliklerini tanımlamak ve karşılaştırmaktır. Çalışmamızda subklinik gözlerde klinik KK bulgusu yoktu, ancak asimetrik papyon ve fokal veya inferior dikleşme paterni şeklinde normal olmayan topografik özellikler

Tablo 1. Subklinik, klinik keratokonuslu ve normal gözlerin ortalama Pentacam parametreleri

Pentacam parametreleri	Kontrol grubu (n=30) ortalama ± SD	SkKK diğer göz (n=40) ortalama ± SD	Bilateral SkKK (n=24) ortalama ± SD	Klinik KK (n=97) ortalama ± SD
K1	42,51±1,4	42,46±1,47	43,12±1,4	43,48±1,9
K2	44,23±1,4	44,06±1,49	44,8±2,1	46,66±2,4
Kort	43,45±1,22	43,22±1,31	43,97±1,6	45,0±1,99
Astig.	-1,73±1,02	-1,34±1,66	-1,6±1,7	-2,19±2,9
Q değeri	0,48±0,12	0,64±1,11	0,54±0,16	0,67±0,32
Kmaks	44,6±1,24	45,18±1,7	45,7±2,1	50,09±3,36
AP (µm)	547,33±33,55	520,45±34	502,5±22,56	493,49±56,4
TP (µm)	545,23±33,3	512,7±34,5	494,25±20,84	485,69±34,63
İnce Mut. Mes (mm)	0,62±0,24	0,91±0,22	0,92±0,17	0,94±0,225
PPI, ortalama	0,957±0,138	1,14±0,16	1,2±0,26	1,63±0,4
PPI, minimum	0,697±0,142	0,82±0,15	0,88±0,22	1,27±0,37
PPI, maksimum	1,17±0,17	1,57±0,38	1,6±0,5	2,27±0,59
KH3	4,06±0,23	3,76±0,23	3,6±0,15	3,6±0,23
KH5	11,66±0,7	11,05±0,7	10,67±0,49	10,78±0,66
KH7	24,99±1,48	23,71±1,5	23,05±1,1	23,33±1,42
EA (µm)	2,31±1,51	5,18±3,0	5,37±2,42	13,63±5,45
EA fark (µm)	2,67±1,23	4,5±1,9	5,5±1,95	10,14±4,37
EP (µm)	3,3±2,41	11,36±6,8	10,8±7,8	30,55±10,28
EP fark (µm)	3,4±2,6	8,42±4,7	8,5±4,9	21,88±11,88
D	0,71±0,58	2,21±1,004	2,7±1,24	5,6±2,06
İSV	20,9±7,28	24,9±10,03	28,79±9,3	51,9±14,68
İVA	0,12±0,051	0,21±0,09	0,22±0,1	0,52±0,2
Kİ	1,01±0,015	1,04±0,023	1,03±0,035	1,12±0,047
MKİ	1,0056±0,05	1,0078±0,01	1,007±0,007	1,03±0,32
İYA	4,3±3,4	7,48±0,28	5,95±4,6	19,67±14,1
İYD	0,007±0,003	0,013±0,07	0,015±0,008	0,042±0,02
Rmin	7,4±0,21	7,44±0,31	7,39±0,36	6,76±0,44

SD: Standart deviasyon, n: Göz sayısı, Kmaks: Kornea önündeki maksimum eğrilik, Astig: Merkezi astigmatizma, İnce Mut.Mes: En ince yerin apekse mutlak mesafesi, PPI: Pakimetrik progresyon indeksi, KH: Kornea hacmi, EA: En ince yerde anterior elevasyon, EP: En ince yerde posterior elevasyon, D: Genel deviasyon, İSV: Yüzey varyans indeksi, İVA: Vertikal asimetri indeksi, Kİ: Keratokonus indeksi, MKİ: Merkezi keratokonus indeksi, İYA: Yükseklik asimetrisi indeksi, İYD: Yükseklik desantrasyon indeksi, Rmin: Minimum sagittal eğrilik, SkKK: Subklinik keratokonus

vardı. Scheimpflug kamera Kİ'lere göre bu gözler normal olarak kategorize edilmektedir (sistem değeri "0"). Ancak, bu gözlerin değerlendirilmesi özellikle refraktif cerrahiye aday olan hastalarda riskli korneaların belirlenmesine yardımcı olabilir.

Bu çalışmada analiz edilen tüm gruplar arasında en belirleyici indeks D değeri idi ve en yüksek AUC değerine sahipti. Bunu posterior ve anterior elevasyon değerleri izledi. KK'yi kontrolden ayırt etmede kullanılacak D değeri için en iyi kesim değerinin 1,83 SD olduğu saptandı. Bu değerde duyarlılık %100 ve özgüllük %96,0 idi. Öte yandan, bilateral şüpheli KK'yi normal gözlerden ayırt etmede D değeri için en iyi kesim değeri %96,7 duyarlılık ve %79 özgüllük gösteren 1,73 SD idi. Ünilateral KK'li hastaların diğer gözlerini normal gözlerden ayırırken,

D değeri için en iyi kesim değeri 1,59 olarak hesaplandı. Bu değerde mükemmel duyarlılık (%95,5) ve sınırlı düzeyde özgüllük (%73,7) elde edildi.

D değeri, keratometrik, pakimetrik, pakimetrik progresyon ve arka elevasyon parametrelerinden oluşan bir kombinasyon parametresidir. Muftuoglu ve ark.¹⁸, keratometrik, pakimetrik (progresyon indeksleri dahil) ve posterior elevasyon indeksleri arasında D değerinin, KK ve SkKK gözleri kontrol gözlerden ayırt etmede en iyi AUC değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. KK gözleri kontrol gözlerden ayırt etmede kullanılacak D değeri için en iyi kesim değerinin 2,1 SD olduğunu ve bu değerde %100 duyarlılık ve %100 özgüllük elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuç, yeni D indeksinin tek bir parametre

Tablo 2. Pentacam parametrelerinin normal, bilateral subklinik keratokonus, unilateral keratokonusa diğer göz ve klinik keratokonuslu gözler arasında karşılaştırması

Pentacam parametreleri	SkKK diğer göz ile normal göz p değeri	Bilateral SkKK ile normal göz p değeri	SkKK diğer göz ile bilateral SkKK p değeri	SkKK diğer göz ile KK grubu p değeri	Bilateral SkKK alt grubu ile KK grubu p değeri	KK ile normal göz grubu p değeri
K1	0,880	0,220	0,199	0,004	0,301	0,022
K2	0,636	0,272	0,187	<0,001	0,001	<0,001
Kort	0,403	0,264	0,163	<0,001	0,013	<0,001
Astig.	0,07	0,190	0,652	0,005	0,076	0,005
Q değeri	0,567	0,042	0,285	<0,001	0,004	<0,001
Kmaks	0,043	0,013	0,305	<0,001	<0,001	<0,001
MKK (µm)	<0,001	<0,001	0,013	<0,001	0,273	<0,001
EİKK (µm)	<0,001	<0,001	0,013	<0,001	0,088	<0,001
İnce Mut.Mes (mm)	<0,001	<0,001	0,707	0,642	<0,001	<0,001
PPI ortalama	<0,001	<0,001	0,675	<0,001	<0,001	<0,001
PPI, minimum	<0,001	<0,001	0,525	<0,001	<0,001	<0,001
PPI, maksimum	<0,001	<0,001	0,811	<0,001	<0,001	<0,001
KH3	<0,001	<0,001	0,010	0,004	0,971	<0,001
KH5	<0,001	<0,001	0,015	0,021	0,479	<0,001
KH7	<0,001	<0,001	0,052	0,106	0,433	<0,001
EA (µm)	<0,001	<0,001	0,798	<0,001	<0,001	<0,001
EA fark (µm)	<0,001	<0,001	0,058	<0,001	<0,001	<0,001
EP (µm)	<0,001	<0,001	0,304	<0,001	<0,001	<0,001
EP fark (µm)	<0,001	<0,001	0,925	<0,001	<0,001	<0,001
D	<0,001	<0,001	0,133	<0,001	<0,001	<0,001
İSV	0,029	0,001	0,062	<0,001	<0,001	<0,001
İVA	<0,001	0,001	0,509	<0,001	<0,001	<0,001
Kİ	<0,001	0,001	0,579	<0,001	<0,001	<0,001
MKİ	0,345	0,073	0,697	<0,001	<0,001	<0,001
İYA	0,07	0,119	0,519	<0,001	<0,001	<0,001
İYD	<0,001	<0,001	0,284	<0,001	<0,001	<0,001
Rmin	0,123	0,085	0,308	<0,001	<0,001	<0,001

P değeri: Mann-Whitney U, Kmaks: Kornea önündeki maksimum eğrilik, Astig: Merkezi astigmatizma, İnce Mut.Mes: En ince yerin apektik mesafesi, PPI: Pakimetrik progresyon indeksi, KH: Kornea hacmi, EA: En ince yerde anterior elevasyon, EP: En ince yerde posterior elevasyon, D: Genel deviasyon, İSV: Yüzey varyans indeksi, İVA: Vertikal asimetri indeksi, Kİ: Keratokonus indeksi, MKİ: Merkezi keratokonus indeksi, İYA: Yükseklik asimetrisi indeksi, İYD: Yükseklik desantrasyon indeksi, Rmin: Minimum sagittal eğrilik, SkKK: Subklinik keratokonus

olarak KK tanısında değerli olabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan, SkKK normal gözlerden ayırt etmede D değeri için en iyi kesme değeri 1,3 SD idi. Bu değerde sınırlı duyarlılık (%60) ve yüksek özgüllük (%90) elde edilmektedir.

Bir başka çalışma popülasyonunda, Pentacam'ın şüpheli gözler için genel D değeri kesim değeri, kendi keratokonik örneklemeleri için optimal olan >1,61 idi.²⁰ Özgüllükten ödün vererek duyarlılığı en üst düzeye çıkarmak için şüpheli bir D değeri (>1,6 SD) pozitif olarak belirleyerek, refraktif cerrahiye aday hastaların preoperatif değerlendirilmesinde subklinik bir KK olgusunu atlamak yerine normal bir korneayı ektatik olarak işaretlemeyi tercih etmişlerdir.

Çalışmamızda D değerinin KK, SkKK ve sağlıklı gruplarda anlamlı olarak farklı olduğu bulundu; bu sonuçlar

diğer çalışmaların sonuçları ile oldukça benzerdir.^{18,20,21} Ancak çalışmamıza, kesin KK tanısı olan hastalardan sadece hastalık şiddeti en hafif olan hastalar dahil edildi.

de Sanctis ve ark.²⁵ tarafından bildirilen sonuçlara uyumlu olarak, SkKK ve kontrol gözler arasında en karakteristik parametre posterior elevasyondur. Çalışmalarında, SkKK gözlerin kontrol gözlerden ayırt edilmesinde posterior elevasyonun tahmin doğruluğu yüksek bulunmuş olup (AUC=0,93) ve optimum kesim değeri %68 duyarlılık ve %90,8 özgüllük ile 29 µm olarak bildirilmiştir. Kullanılan cihazın nokta belirleme yöntemindeki farktan dolayı, Du ve ark.²⁶ tarafından yapılan çalışmada posterior elevasyon için kesim değeri çok daha küçük (7,5 µm) ancak duyarlılık (%70,7) ve özgüllük (%93,8) benzer bulunmuştur. Bizim çalışmamızda, analiz edilen

Tablo 3. Subklinik ve klinik keratokonuslu gözler ile normal gözlerin karşılaştırılmasının işlem karakteristik eğrisi analizi

	SkKK diğer göz ile normal göz			Bilateral SkKK ile normal göz			KK ile normal göz		
Değerler	AUC	SE	GA %95	AUC	SE	GA %95	AUC	SE	GA %95
K1	0,474	0,057	0,376-0,602	0,577	0,065	0,467-0,726	0,653	0,041	0,572-0,733
K2	0,448	0,060	0,318-0,578	0,570	0,077	0,413-0,715	0,827	0,032	0,765-0,889
Kort	0,452	0,057	0,338-0,575	0,593	0,067	0,466-0,732	0,766	0,036	0,696-0,836
Astig.	0,389	0,059	0,273-0,505	0,414	0,076	0,265-0,564	0,619	0,044	0,534-0,735
Q değeri	0,522	0,061	0,476-0,714	0,638	0,065	0,424-0,719	0,750	0,038	0,675-0,825
MKK	0,691	0,051	0,400-0,681	0,895	0,041	0,521-0,818	0,872	0,026	0,821-0,923
EİKK	0,730	0,049	0,680-0,865	0,931	0,032	0,848-0,985	0,899	0,023	0,854-0,944
Kmaks	0,612	0,063	0,727-0,924	0,681	0,076	0,912-0,1,0	0,952	0,018	0,917-0,987
İnce Mut.Mes	0,823	0,039	0,731-0,895	0,863	0,035	0,775-0,929	0,776	0,035	0,708-0,845
PPI ortalama	0,834	0,040	0,798-0,946	0,836	0,048	0,785-0,960	0,960	0,015	0,931-0,990
PPI, minimum	0,745	0,050	0,679-0,875	0,783	0,056	0,710-0,921	0,944	0,019	0,907-0,982
PPI maksimum	0,844	0,044	0,785-0,942	0,835	0,050	0,772-0,955	0,975	0,012	0,952-0,997
KH3	0,752	0,050	0,712-0,914	0,917	0,036	0,866-0,991	0,861	0,027	0,807-0,915
KH5	0,706	0,052	0,651-0,849	0,872	0,043	0,833-0,985	0,811	0,032	0,748-0,873
KH7	0,697	0,053	0,637-0,842	0,850	0,046	0,813-0,978	0,778	0,035	0,710-0,847
EA	0,815	0,047	0,745-0,928	0,905	0,033	0,859-0,981	0,988	0,007	0,974-1,0
EA fark	0,790	0,046	0,692-0,878	0,893	0,038	0,810-0,996	0,984	0,011	0,963-1,0
EP	0,887	0,041	0,800-0,966	0,888	0,041	0,793-0,962	0,999	0,001	0,996-1,0
EP fark	0,829	0,045	0,739-0,918	0,838	0,050	0,743-0,932	0,994	0,003	0,988-1,0
D	0,904	0,031	0,831-0,958	0,973	0,014	0,926-0,998	0,993	0,005	0,983-1,0
İSV	0,617	0,054	0,518-0,735	0,756	0,050	0,656-0,859	0,974	0,010	0,953-1,0
İVA	0,844	0,041	0,748-0,916	0,857	0,046	0,747-0,940	0,996	0,003	0,990-1,0
Kİ	0,810	0,045	0,785-0,965	0,732	0,067	0,618-0,882	0,994	0,004	0,986-1,0
MKİ	0,531	0,062	0,415-0,668	0,603	0,064	0,483-0,741	0,782	0,036	0,710-0,853
İYA	0,659	0,057	0,538-0,765	0,606	0,068	0,463-0,732	0,884	0,026	0,834-0,934
İYD	0,782	0,045	0,679-0,866	0,830	0,050	0,719-0,923	0,979	0,011	0,957-1,0
Rmin	0,579	0,056	0,369-0,608	0,471	0,074	0,433-0,728	0,904	0,024	0,858-0,950

AUC: Eğri altındaki alan, SE: Sferik eşdeğer, GA: Güven aralığı, Kmaks: Kornea önündeki maksimum eğrilik, Astig: Merkezi astigmatizma, İnce Mut.Mes: En ince yerin apekse mutlak mesafesi, PPI: Pakimetrik progresyon indeksi, KH: Kornea hacmi, EA: En ince yerde anterior elevasyon, EP: En ince yerde posterior elevasyon, D: Genel deviasyon, İSV: Yüzey varyans indeksi, İVA: Vertikal asimetri indeksi, Kİ: Keratokonus indeksi, MKİ: Merkezi keratokonus indeksi, İYA: Yükseklik asimetrisi indeksi, İYD: Yükseklik desantrasyon indeksi, Rmin: Minimum sagittal eğrilik, SkKK: Subklinik keratokonus, KK: Keratokonus

çalışma gruplarında anterior ve posterior elevasyonlar anlamlı düzeyde farklı bulundu, ancak özellikle KK grubunda elde edilen değerler diğer çalışmalarda bildirilenler değerlerden çok

daha düşüktü (Tablo 5). Bunun nedeni daha yeni yazılımların kullanılmış olması olabilir. Ayrıca çalışmamıza BFS'den 8 mm mesafedeki en ince noktanın elevasyon indeksleri kullanılmıştır.

Tablo 4. İşlem karakteristik eğrisi analizinden elde edilen ana etkili Pentacam parametreleri için kesim noktaları, duyarlılık ve özgüllük değerleri

	SkKK diğer göz ile normal göz			Bilateral SkKK ile normal göz				KK ile normal göz	
Değerler	Sensitivite	Özgüllük	Kesim değeri	Sensitivite	Özgüllük	Kesim değeri	Sensitivite	Özgüllük	Kesim değeri
D	0,955	0,737	>1,59	0,977	0,792	>1,73	100	0,959	>1,83
EP	0,955	0,763	>8,0	0,955	0,583	>8,0	100	0,994	>11
EA	0,933	0,553	>5,0	0,933	0,667	>5,0	0,978	0,948	>6,0
PPİ ortalama	0,933	0,474	>1,14	0,989	0,417	>1,20	0,978	0,907	>1,21
PPİ maksimum	0,966	0,579	>1,28	0,978	0,417	>1,51	0,978	0,938	>1,54
İVA	0,921	0,525	>0,15	0,944	0,500	>0,22	0,978	0,958	>0,24
Kİ	0,867	0,875	>1,03	0,867	0,667	>1,03	0,933	0,979	>1,04
İYD	0,823	0,650	>0,008	0,900	0,750	>0,012	0,967	0,969	>0,013

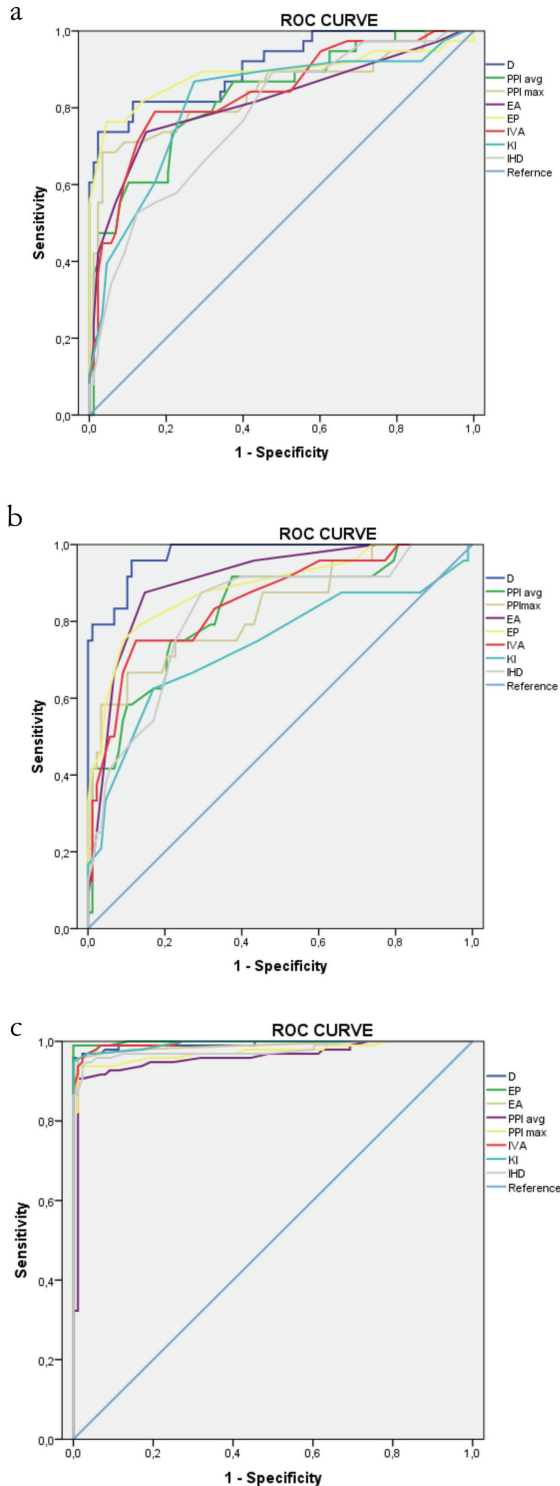
D: Genel deviasyon, EP: En ince yerde posterior elevasyon, EA: En ince yerde anterior elevasyon, PPİ: Pakimetrik progresyon indeksi, İVA: Vertikal asimetri indeksi, Kİ: Keratokonus indeksi, İYD: Yükseklik desantrasyon indeksi

Tablo 5. Subklinik keratokonuslu gözleri saptamada efektif Pentacam parametrelerinin araştırıldığı çalışmaların özeti

Çalışma	Toplam göz sayısı	Ülke	Yaş (yıl)	Pentacam parametreleri (AUC; kesim değeri)
Uçakhan ve ark. ¹⁷	151	Türkiye	28,3±7,3	PPİ ortalama (0,84; >1,15) AED (0,77; >18,5) PED (0,77; >46,5) İVA (0,76; >0,195) İSV (0,79; >24,5)
Muftuoğlu ve ark. ¹⁸	112	Türkiye	29,0±8,8	PE (0,71; >11 µm); PED (0,76; >8 µm); D (0,83; >1,31); PPİ ortalama (0,62; >1,15)
Bae ve ark. ¹⁹	48	Güney Kore	25,08±6,4	AED (0,734; >5,5 µm) PED (0,735; >11,1 µm) İVA (0,733; >0,16); İHD (0,748; >0,008)
Ruisenor Vazquez ve ark. ²⁰	244	Arjantin	32,5±11,7	D (0,93; >1,61) PPİ maksimum (0,92; >1,4) PPİ ortalama (0,86; >1,09)
Hashemi ve ark. ²¹	359	İran	32,02±10,5	D (0,86; >1,54) İVA (0,86; >0,14) İSV (0,80; >22)
de Sanctis ve ark. ²⁵	164	İtalya	35±14	PE (0,93; >29,0 µm)
Du ve ark. ²⁶	213	Çin	20,7±5,5	PE (0,882; >7,5 µm) AE (0,774; >3,5 µm) MKK (0,852; <523,5 µm)
Sonuçlarımız [†]	213	Azerbaycan	21,5±3,13	D (0,904; 1,59) PE (0,87; >8,0 µm) AE (0,815; >5,0 µm) PPİ ortalama (0,834; >1,14) İVA (0,844; >0,15) Kİ (0,810; >1,03)

[†]Bu tabloda, bu çalışmada SkKK hastalarının diğer gözleri ile normal gözler arasında yapılan karşılaştırmanın verileri yer almaktadır

AUC: Eğri altındaki alan, D: Genel deviasyon, İVA: Vertikal asimetri indeksi, İSV: Yüzey varyans indeksi, PPİ: Pakimetrik progresyon indeksi



Şekil 1. Unilateral Subklinik keratokonus (a), bilateral subklinik keratokonus (b) ve klinik keratokonus (c) tanısı için efektif ana Pentacam parametrelerine ait işlem karakteristik eğrileri

D: Genel deviasyon, EA: En ince yerde anterior elevasyon, EP: En ince yerde posterior elevasyon, PPI: Pakimetrik progresyon indeksi, IVA: Vertikal asimetri indeksi, KI: Keratokonus indeksi, İHD: Yükseklik desantrasyon indeksi

Uçakhan ve ark.¹⁷ SkKK ile normal gözlerin karşılaştırılmasında Pentacam parametrelerini değerlendirmiştir. SkKK'yi KK olmayan diğer göz olarak tanımlamışlar ve korneal kalınlık dağılım indekslerinin ve posterior elevasyonun SkKK'li gözlerin belirlenmesinde ön eğrilik verisine göre daha yararlı olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca anterior/posterior elevasyon depresyon farkını da değerlendirmiş ve en güçlü ayırıcı faktörün posterior elevasyon farkı olduğunu ve bunu anterior elevasyon depresyonunun izlediğini ileri sürmüşlerdir. Villavicencio ve ark.'nın¹³ tarafından önerilen anterior ve posterior elevasyon farkı değerleri Pentacam'in BAD yazılımında mevcuttur. Gelişmiş BFS ile saptanan anterior ve posterior korneal elevasyon farkları, KK tanısı için konvansiyonel BFS ile belirlenen anterior ve posterior korneal elevasyon miktarlarından daha kesin bilgi verebilir.^{17,18,19,25,26,27,28,29,30}

Kamiya ve ark.³⁰ Japonlarda anterior ve posterior elevasyon ölçümlerinin KK'nin erken evrelerinde daha yüksek doğruluk derecesine sahip olduğunu gözlemlemişler ve bu nedenle, elevasyon ve elevasyon farkı ölçümlerinin erken KK'de tanılarda doğruluğu geliştirmek için yararlı olabileceği sonucuna varmışlardır. Posterior elevasyon (0,980) ve anterior elevasyonun (0,977) en yüksek AUROC değerlerini verdiğini bildirmişlerdir. Kamiya ve ark.³⁰ tarafından bildirilen bu sonuçlar, bizim çalışmamızda elde edilen indekslerin AUROC değerlerine oldukça benzerdir.

Pinero ve ark.¹⁶ subklinik, erken veya orta KK'li gözlerde pakimetrik değerlerin giderek azaldığını bildirmiştir ($p<0,01$). Orta şiddette KK grubunda kornea hacmi subklinik ve hafif KK gruplarına göre anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ve bu bulgu KK'nin erken evrelerinde doku kaybı olmaksızın kornea hacminin yeniden dağılım gösterdiği şeklinde açıklanmıştır. Tartışıldığı gibi, SkKK'li veya KK gözler ile normal gözler arasında merkezi kornea kalınlığı, en ince kornea kalınlığı, KH3, KH5 ve KH7'de anlamlı farklar olduğunu bulduk.

Ek olarak, bizim çalışmamızda bilateral SkKK grubunda, kornea kalınlığı parametreleri ve kornea hacmi (KH3-7) değerleri, klinik KK'li gözlerin diğer gözlerine kıyasla daha düşük dağılım gösterdi ve bu parametreler normal gözlerle karşılaştırıldığında diğer göz grubundan daha yüksek tahmin doğruluğuna sahipti. Bu bulgu, düşük pakimetrik değerlere sahip subklinik gözlerde progresyona daha eğilimli olduğu şeklinde açıklanabilir. Bae ve ark.¹⁹ tarafından Pentacam kullanılarak yapılan bir çalışmada, ünilateral KK'li Asyalı hastaların diğer gözlerinde topografik ve tomografik değişiklikler normal gözlerle karşılaştırılmıştır. Önceki araştırmalar gerçek ünilateral KK'nin çok nadir olduğunu göstermektedir, bu nedenle normal diğer göz, SkKK'nin en hafif şekli için ideal bir model olabilir. Bea ve ark.¹⁹, ünilateral KK'li hastaların diğer gözlerinde Pentacam algılama programı ile saptanamayan çeşitli parametrelerdeki farklılıklar olduğunu bildirmiştir. ROC eğrisi analizi yaptıkları çalışmalarında, diğer gözlerin normal gözlerden ayırt edilmesinde en iyi parametrelerin keratometrik asimetri ve topometrik indeks olduğunu, bunu posterior ve anterior kornea yüzeyinde elevasyon farklarının izlediğini buldular. Bizim çalışmamızda, ön yüzeye ait Pentacam kaynaklı

topometrik indekslerden, yüzey varyans indeksi, yükseklik desantrasyon indeksi ve Kİ, SkKK'yi teşhis etmek için en duyarlı ve özgül kriterlerdi. Bu bulgular, daha önce yapılmış bazı çalışmalarda elde edilen sonuçlara benzerdir.^{21,22}

Çalışmamızda, bilateral şüpheli gözlerde ve ünilateral KK'li hastaların diğer gözlerinde, topografik elevasyon, pakimetri ve topometrik değerlerinin kontrol gözlerden elde edilen değerlere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca klinik olarak KK'li gözlerle göre tüm SkKK'li gözlerde korneal topografi ve tomografi sonuçlarının orantısal olarak daha düşük olduğunu saptadık. Bilateral şüpheli gözler, ünilateral KK'li hastaların diğer gözleri ile karşılaştırıldığında, birinci alt gruptaki gözlerde ikinci gruba göre kornea dokusunda daha fazla değişiklik olduğunu bulduk. Analiz edilen tomografik ve topografik parametrelerin duyarlılığı ve özgüllüğü, birinci alt grupta, kontrol gözlerinden elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında, ünilateral KK'li hastaların diğer gözlerine göre anlamlı olarak daha yüksekti.

Bu çalışmanın kısıtlı olduğu bazı yönleri vardır. Çalışma grubunda kadınlara göre daha yüksek oranda erkek olgu yer almaktadır. Çalışma popülasyonunda daha fazla erkek olgu bulunması, yazarların erkek/kadın insidansı açısından keratokonik hastalarda edindikleri klinik deneyimleri ve KK insidansı çalışmaları ile tutarlıdır ve bu nedenle bu çalışmanın sonuçlarını etkilemesi beklenmemektedir.^{22,31}

Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma BAD D değeri, anterior ve posterior elevasyon ve elevasyon farkı, pakimetri progresyon indeksi, yüzey varyans indeksi, yükseklik desantrasyon indeksi ve Kİ gibi birçok Pentacam parametresinin KK'nin normal kornealardan ayırt edilmesinde çok etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, farklı popülasyonda subklinik keratokonik gözlerin değerlendirilmesi için Scheimpflug görüntülemenin yararlı bir yöntem olduğunu bildiren diğer çalışmaları desteklemektedir ve tek başına hiçbir parametrenin normal korneayı hastalık şüphesi olan gözlerden ayırt etmek için yeterli olmadığı sonucuna katılmıştır çünkü araştırılan parametreler normal ve patolojik kornealarda bir miktar örtüşme göstermektedir. Daha fazla sayıda hasta ve uygun klinik popülasyondan oluşan kontroller ile yapılacak korneal biyomekanik ve dalga cephesi aberasyonlarının eş zamanlı değerlendirildiği daha ileri çalışmalar, beyaz ırkta KK'nin erken tanısı için yararlı olacaktır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma Zarifa Aliyeva Ulusal Oftalmoloji Merkezi yerel etik kurulu tarafından onaylandı ve çalışmada Helsinki Bildirgesi ilkelerine bağlı kalındı.

Hasta Onayı: Alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Konsept: Samira Huseynli, Farah Abdulaliyeva, Dizayn: Samira Huseynli, Farah Abdulaliyeva, Veri Toplama veya İşleme: Samira Huseynli, Farah Abdulaliyeva, Analiz veya Yorumlama:

Samira Huseynli, Literatür Arama: Samira Huseynli, Farah Abdulaliyeva, Yazan: Samira Huseynli.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998;42:297-319.
2. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related non-inflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol.* 1984;28:293-322.
3. Georgiou T, Funnell CL, Cassels-Brown A, O'Connor R. Influence of ethnic origin on the incidence of keratoconus and associated atopic disease in Asians and white patients. *Eye.* 2004;18:379-383.
4. Godefrooij DA, de Wit GA, Uiterwaal CS, Imhof SM, Wisse RP. Age-specific Incidence and Prevalence of Keratoconus: A Nationwide Registration Study. *Am J Ophthalmol.* 2017;175:169-172.
5. Wilson SE, Klyce SD. Screening for corneal topographic abnormalities before refractive surgery. *Ophthalmology.* 1994;101:147-152.
6. Duncan JK, Belin MW, Borgstrom M. Assessing progression of keratoconus: novel tomographic determinants. *Eye Vis (Lond).* 2016;11:3-6.
7. Rabinowitz YS, Nesburn AB, McDonnell PJ. Videokeratography of the fellow eye in unilateral keratoconus. *Ophthalmology.* 1993;100:181-186.
8. Wei RH, Zhao SZ, Lim L, Tan DT. Incidence and characteristics of unilateral keratoconus classified on corneal topography. *J Refract Surg.* 2011;27:745-751.
9. Li X, Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H. Longitudinal study of the normal eyes in unilateral keratoconus patients. *Ophthalmology.* 2004;111:440-446.
10. Binder PS, Trattler WB. Evaluation of a risk factor scoring system for corneal ectasia after LASIK in eyes with normal topography. *J Refract Surg.* 2010;26:241-250.
11. Ambrósio R Jr, Alonso RS, Luz A, Coca Velarde LG. Corneal-thickness spatial profile and corneal-volume distribution: Tomographic indices to detect keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1851-1859.
12. Ambrosio R Jr, Caiado AL, Guerra FP, Louzada R, Sinha R, Luz A, Dupps WJ, Belin MW. Novel pachymetric parameters based on corneal tomography for diagnosing keratoconus. *J Refract Surg.* 2011;27:753-758.
13. Villavicencio OE, Gilani F, Henriquez MA, Izquierdo L Jr, Ambrosio RR Jr, Belin MW. Independent Population Validation of the Belin/Ambrosio Enhanced Ectasia Display: Implications for Keratoconus Studies and Screening. *Int J Kerat Ect Cor Dis.* 2014;3:1-8.
14. Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, Everett DF, Jameson M, McMahon TT, Shin JA, Sterling JL, Wagner H, Gordon MO. Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1998;39:2537-2546.
15. Schlegel Z, Hoang-Xuan T, Gatineau D. Comparison of and correlation between anterior and posterior corneal elevation maps in normal eyes and keratoconus-suspect eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:789-795.
16. Pinero DP, Alio JL, Alesón A, Vergara M, Miranda M. Corneal volume, pachymetry, and correlation of anterior and posterior corneal shape in subclinical and different stages of clinical keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:814-825.
17. Uçakhan ÖÖ, Cetinkor V, Özkan M, Kanpolat A. Evaluation of Scheimpflug imaging parameters in subclinical keratoconus, keratoconus and normal eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1116-1124.
18. Muftuoglu O, Ayar O, Hurmeric V, Orucoglu F, Kılıç I. Comparison of multimetric D index with keratometric, pachymetric and posterior elevation parameters in diagnosing subclinical keratoconus in fellow eyes of asymmetric keratoconus patients. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41:557-565.
19. Bae GH, Kim JR, Kim CH, Lim DH, Chung ES, Chung TY. Corneal topographic and tomographic analysis of fellow eyes in unilateral keratoconus patients using Pentacam. *Am J Ophthalmol.* 2014;157:103-109.

20. Ruisenor Vazquez PR, Galletti JD, Minguez N, Delrivo M, Fuentes Bonthoux F, Pförtner T, Galetti JG. Pentacam Scheimpflug tomography findings in topographically normal patients and subclinical keratoconus cases. *Am J Ophthalmol*. 2014;158:32-40.
21. Hashemi H, Beiranvand AA, Yekta A, Maleki A, Yazdani N, Khabazkhoob M. Pentacam top indices for diagnosing subclinical and definite keratoconus. *J Curr Ophthalmol*. 2016;28:21-26.
22. Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Revisiting keratoconus diagnosis and progression classification based on evaluation of corneal asymmetry indices derived from Scheimpflug imaging in keratoconic and suspect cases. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:1539-1548.
23. Saad A, Gatinel D. Topographic and tomographic properties of forme fruste keratoconus corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51:554-565.
24. Allegro Oculyzer 1074 user manual en/Rev.5/10-11-02 Item No.: 6654 2001. WaveLight GmbH. Germany
25. de Sanctis U, Loiacono C, Richiardi L, Turco D, Mutani B, Grignolo FM. Sensitivity and specificity of posterior corneal elevation measured by pentacam in discriminating keratoconus/subclinical keratoconus. *Ophthalmology*. 2008;115:1534-1539.
26. Du XL, Chen M, Xie LX. Correlation of basic indicators with stages of keratoconus assessed by Pentacam tomography. *Int J Ophthalmol*. 2015;8:1136-1140.
27. Miháltz K, Kovács I, Takács A, Nagy ZZ. Evaluation of keratometric, pachymetric, and elevation parameters of keratoconus corneas with pentacam. *Cornea*. 2009;28:976-980.
28. Orucoglu F, Tokar E. Comparative analysis of anterior segment parameters in normal and keratoconus eyes generated by Scheimpflug tomography. *J Ophthalmol*. 2015;2015:925414.
29. Fam HB, Lim KL. Corneal elevation indices in normal and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32:1281-1287.
30. Kamiya K, Ishii R, Shimizu K, Igarashi A. Evaluation of corneal elevation, pachymetry and keratometry in keratoconic eyes with respect to the stage of Amsler-Krumeich classification. *Br J Ophthalmol*. 2014;98:459-463.
31. LimHB, TanGS, LimL, HtoonHM. Comparison of keratometric and pachymetric parameters with Scheimpflug imaging in normaland keratoconic Asian eyes. *Clin Ophthalmol*. 2014;128:2215-2220.