



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
OKMEYDANI EĞİTİM ve ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ**

Klinik Şefi: Prof. Dr. Mustafa Nuri ELÇİOĞLU

KERATOKONUSTA YÜKSEK GAZ GEÇİRGEN SERT KONTAKT LENS KULLANIMININ PROGRESYONA ETKİSİNİN PENTACAM İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Tolga Yılmaz

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL - 2010

TEŞEKKÜR

Hastanemizde güzel bir çalışma ortamı sağlayan değerli başhekimimiz Doç. Dr. Adem AKÇAKAYA' ya,

İhtisas sürem boyunca deneyimlerinden faydalandığım ,bilgi ve tecrübeleriyle beni aydınlatan tüm değerli hocalarıma ve klinik şefimiz Prof. Dr. Mustafa Nuri ELÇİĞÖĞLU'na,

Uzmanlık eğitimimizde ve göz cerrahisini öğrenmemizde büyük katkıları olan, tezimin hazırlanmasında her aşamada destek veren Dr. Feyza ALTIN'a,

Uzmanlık eğitimim sırasında tecrübe ve bilgileri ile bana yol gösteren ve yetişmemde çok büyük katkıları olan,iş hayatımda ve sosyal yaşamımda benim için gerçek abiden farkı olmayan Dr. Muzaffer ÖZTÜRK 'e

Kişiliği, bilgisi ve hoşgörüsüyle hayatımda örnek teşkil edecek Dr.Hatice KARAHAHAN 'a,

Asistanlığım boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, hiçbir zaman katkılarını unutmayacağım Dr. Necdet CİNHÜSEYİNOĞLU'na, Dr. İsmail AYOĞLU'na, Dr. Saadet ONURLU'ya, Dr. Andaç ERGEN'e, Doç.Dr. Baki MUDUN'a, Doç.Dr. Engin BÜRÜMCEK'e, Dr.Selahattin ÖZARPACI'ya , Dr. Umur KAYHAN'a, Dr. Birgi SÖNMEZER'e, beraber çalıştığım başta Dr.Mehmet TETİKOĞLU olmak üzere bütün asistan arkadaşlarıma, Göz Hastalıkları Kliniğindeki başta Günnur Ergüler,Filiz Yazgan ve Asuman Meşeli olmak üzere tüm hemşire ve yardımcı sağlık çalışanlarına,

Benim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan emek ve sevgilerini esirgemeyen anne ve babama,her an yanımda olduklarını bildiğim canım kardeşlerime ve başta Dr.Servet KÖLGELİER olmak üzere tüm sevgili akrabalarıma,

Hayatımın en mutlu anlarını yaşatan,sevgisi ve desteğiyle hayatıma anlam katan çalışma arkadaşım ve müstakbel eşim DR.AHU YILDIZ 'a tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	III
SUMMARY	V
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
GEREÇ VE YÖNTEM	58
BULGULAR	62
TARTIŞMA VE SONUÇ	73
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	86

ÖZET

Amaç: Yüksek gaz geçirgen sert kontakt lens kullanımının keratokonus tanılı olgularda progresyona etkisini pentacam cihazı ile incelemek

Method: Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniğinde 2006 temmuz ayından itibaren keratokonus tanısı alan 36 hastanın 56 gözü takibe alındı. 16 hasta(20 göz) takip müddetince verilen yüksek gaz geçirgen sert kontak lensi düzenli bir şekilde ve hiçbir komplikasyon gelişmeden kullandı. 20 hasta (36 göz) sert kontakt lens kullan(a)mayıp , başka tedavi alternatiflerini kabul etmedi. Son muayanede elde edilen tashihli en iyi görme keskinliği, en ince pakimetri, sagittal haritada keratokonus bölgesine uyan dioptri değeri ve ortalama Keratometri verileri ile ilk muayanede bulunan verilerin arasındaki değişim takip müddetine göre uyarlanarak hesaplandı. Hastalar yaş , cinsiyet ve keratokonus evrelemesine göre gruplara ayrıldı. Takip müddeti sonunda vizyon, pakimetri, sagittal haritada keratokonus bölgesine uyan dioptri değeri, Km(ortalama keratometri) değişimleri bu grupların kendi içinde (sert kontakt lens kullanan, kullanmayan) ve birbirleriyle karşılaştırıldı.

Bulgular: Göz Kliniğinde 2006 Temmuz ayından itibaren keratokonus tanısı alan 27 si bayan 9 u erkek 36 hastanın 56 gözü 2010 Ocak ayına kadar takibe alındı. Yaşları 12 ile 65 arasında değişmekte olup ortalama $33,24 \pm 8,26$ yılı. Bu keratokonus tanılı olgular 10 ile 44 ay arasında bir müddette ortalama $28,36 \pm 5,15$ ay takip edildi. 35 yaş sınır kabul edilerek bu yaşın altında ve üstündeki hastalarda sert kontakt lens kullanan ve kullanmayanların ortalama değişimleri karşılıklı kıyaslandı. Grupların tümünde pakimetri değerindeki azalma , sagittal haritadaki dioptri değerindeki artış, ortalama Keratometri verilerindeki artış istatistiki olarak anlamlı iken vizyon azalması istatistiksel olarak anlamlı değildi. Grupların kendi içinde sert kontakt lens kullanan ile kullanmayanların değişimleri karşılaştırıldığında yalnızca 35 yaş üstü sert kontakt lens kullanan hastalar 35 yaş üstü lens kullanmayan hastalara

kıyaslandığında pakimetri değeriindeki azalma istatistiki olarak anlamlı bulundu. ($p<0,05$) Kadın ve erkeklerin ortalama değışimleri kendi aralarında istatistiki hesaba tabi tutulduğunda ise anlamlı farklılık izlenmedi. Sagital haritadaki keratokonus bölgesine uyan dioptri değeriğine göre 50,0 dioptri ve altı 1. grup (20 göz) ;50,0 dioptri ile 55,0 dioptri arası 2. grup(26 göz) ;55,0 dioptri ve üstü 3. grup (10 göz) olmak üzere üç farklı grup daha oluşturuldu. Grupların tümünde pakimetri değeriindeki azalma ,sagital haritadaki dioptri değeriindeki artış,ortalama Keratometri verilerindeki artış istatistiki olarak anlamlı iken vizyon azalması istatistiksel olarak anlamlı değildi.Grupların kendi içinde sert kontakt lens kullanan ile kullanmayanların değışimleri karşılaştırıldığında yalnızca üçüncü grupta (55.0 dioptri ve üzeri)sert kontakt lens kullananlarda meydana gelen pakimetri değeriindeki azalma bu grubun sert kontakt lens kullanmayanlarına kıyasla istatistiki olarak anlamlı idi. ($p<0,05$)

Sonuç: Keratokonus ilerleyici kornea ektazisidir.Gaz geçirgen sert kontakt lens halen bu hastalıkta vizyon rehabilitasyonu için primer tedavi metodudur.Konforlu yüksek gaz geçirgen sert kontakt lens kullanımı hastalığın progresyonuna etkisizdir.

Anahtar kelimeler:Yüksek gaz geçirgen sert kontakt lens, keratokonus, pentacam

SUMMARY

Purpose: To assess with pentacam the effects of rigid gas permeable contact lens on progression of keratoconus

Materials and Methods: In this study we evaluated 36 patients which were diagnosed as keratoconus in Okmeydanı Education and Trainig Hospital from July 2006 to January 2010. 16 patients wear rigid gas permeable contact lens without any complications during the follow-up period. 20 patients did not accept wearing rigid gas permeable and any other alternative treatments. Changes in best correct visual acuity, minimum value of pachymetry, mean keratometri and dioptric values corresponding to the region on the sagittal map, were noted in first and last visit .Patients were separated into groups based on their ages, gender, grade of keratoconus. The vision, pachymetry, dioptric value corresponding to the region on the sagittal map, Km (average keratometry) variations were compared within these groups at the end follow-up period.

Results: This study was included 56 eyes of 36 patients . 27 of them were women and 9 were men .Their ages were between 12-65 (mean $33,24 \pm 8,26$) years. Mean follow-up period was 28.36 ± 5.15 months. We compared changes in value in patients who wear rigid gas permeable contact lens and control groups wearing age of 35 as a cut point.The decrease in minimal pachymetry, the increase diopter value in sagittal map, the increase in mean keratometric data were statistically significant in all groups. But the difference in visual acuityt was not statistically significant between all groups .The difference in pachimetry change was statistically significant differences between patients who wear rigid gas permeable contact lens older than 35 age and who do not wear rigid gas permeable contact lens older than 35 age ($p < 0,05$). Patients with keratoconus were separated into 3 groups based on their maximum keratometric values (group 1 : ≤ 50.0 D, group 2 : $50.0 - 55.0$ D, group 3: > 55 D). The decrease in minimal pachymetry, the increase diopter value in sagittal

map, the increase in mean keratometric data were statistically significant in this groups. But change in visual acuity is not statistically significant. In this 3 groups we matched all values in patients who wear rigid gas permeable contact lens and who do not wear contact lens. Only decreases in pachymetry was statistically significant in group 3 ($p < 0,05$).

Conclusion: Keratoconus is a progressive disorder characterized by corneal ectasia. Rigid gas permeable contact lens is a primary method of vision rehabilitation in this disease. Wearing high gas permeable rigid contact lens has no effect on the progression of the disease

Key words: gas permeable rigid contact lens, keratoconus , pentacam

GİRİŞ VE AMAÇ

Keratokonus, korneanın santralinde incelmanın varlığı ve konik korneanın öne doğru bombeleşmesi ile tanı konan, nonenflamatuvar ilerleyici korneal bir bozukluktur. Keratektazinin sonucunda gelişen anormal korneal topografi irregüler astigmatizmaya yol açarak vizyon kalitesini düşürmektedir. (1) Genellikle ergenlik döneminde başlayan hastalıktan hastalar 20'li yaşlarında haberdar olurlar. 20–35 yaş arasında ilerleme gösterip 35 yaştan sonra genellikle durağan döneme girer. Günümüzde keratokonus hastalığı toplumda her 2000 kişiden birinde gözlemlenmektedir. Geliştirilen cihazlar sayesinde keratokonus erken dönemde farkedilebildiğinden görülme sıklığı her geçen gün daha da artmaktadır.(1,2)

Bilgisayarlı kornea topografi sistemleri ,kornea yüzeyinin tümü veya tümüne yakın bir bölümünün renk kodlu yüzey haritasını kantitatif değerler eşliğinde gösteren gelişmiş sistemlerdir. Kesit tarayıcı bir sistem olan Orbscan ve bir Scheimpflug fotografi sistemi olan Pentacam ile eğim, ön ve arka elevasyon haritalarının incelenmesi ve bu bilgilerin aile öyküsü ve biomikroskopi ,retinoskopi bilgileri ile birleştirilmesiyle keratokonus ve subklinik keratokonus tanısı çok kolaylaşmıştır. Cihazların sunduğu bu imkanlarla keratokonusun progresyonu takip edilip ,keratoplasti veya intacs ile tedavisi planlanabilmektedir.

Keratokonusun optimal rehabilitasyonu genellikle hastalığın şiddetine bağlıdır ve bazen invazif tedavi modalitelerini gerektirebilir. Sert gaz geçirgen lensler keratokonus hastalarında görmenin artırılması amacı ile kullanılan primer tedavi yöntemidir .Son yıllarda kornea fizyolojisini bozmayan yüksek gaz geçirgen ve UV blokajlı sert kontak lens materyallerinin üretilmesiyle keratokonuslu hastalarda sert kontakt lens kullanımı daha konforlu duruma gelmiştir. Hastalığın ilerlemiş evrelerinde şiddetli korneal irregüler astigmatizma gelişebilmesi, ilerleyici stromal incelme ve apikal stromal skar oluşabilmesi nedeniyle, görme keskinliğinin arttırılabilmesi için penetran keratoplasti gerekmektedir. (1,2). Günümüzde yayınlanmış en geniş prospektif çalışmada, keratokonus nedeni ile kontakt lens kullanan hastaların %12'sinin zaman içerisinde bir ya da iki gözlerinden penetran

keratoplastiye gittiği gösterilmiştir.(80) Son yıllarda penetran keratoplastiye alternatif olarak çıkan yeni lameller cerrahi teknikleri, intra korneal halka segmentleri uygulamaları ve ultraviyole kollajen çapraz tedavisi gibi yeni alternatif yöntemler keratokonusta tedavi seçeneklerini ve cerrahi indikasyon alanını genişletmiştir.

Diğer tedavi yöntemlerinin gelişmesi büyük bir hızla devam etse bile sert kontakt lens uygulaması hala primer tedavi seçeneğidir.Biz bu çalışmamızda keratokonuslu gözlerin progresyonunu geliştirilmiş akıllı haritaları yorumlama imkanı sunduğu için kliniğimizdeki Pentacam cihazı yardımıyla takip ettik.Sert kontak lens kullanan hastalarımızla hiç bir tedavi metodu uygulan(a)mayan hastalarımızın takip müddeti içerisinde korneada meydana gelen kırıcılık indisi değişikliklerini,kornea kalınlıkları değişimlerini,vizyon değişimlerini kıyasladık.Amacımız hastaya herhangi bir cerrahi müdahaleye karar vermeden önce konforlu sert kontakt lens kullanımının her zaman dikkate alınmasının gerekliliği ve önemini vurgulamak.

GENEL BİLGİLER

KORNEANIN MAKROSKOPİK ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Dış ortamla temas halinde bulunan kornea, avasküler ve saydam yapıdadır. Ön yüzü gözyaşı filmiyle, arka yüzü humör aköz ile ıslanmaktadır. Bitişigince opak sklera ve onu örten yarı saydam konjonktiva yer alır. Oldukça damarlı bir yapı olan limbus, kornea epitel hücrelerinin bazal hücrelerine kök hücre olarak rezerv sağlayan pluripotent hücrelerin yerleşim bölgesidir. Kornea ön yüzü konveks ve asferik yapıdadır.(3)

Erişkinlerde yatay çapı 11-12 mm, dikey çapı 9-11 mm civarında olup, dikey çapın kısalığı, superior ve inferior limbusun ön yüzde skleraya benzemesi konjonktivanın biraz daha kornea yüzeyine invaze olmasıyla ilgilidir. Bu durum yalnızca ön yüzü ilgilendirmekte olup, kornea arka yüzünde yatay ve dikey çap aynıdır, yani daire biçimindedir. Merkezde kalınlığı 0.5 mm'ye kadar azalırken periferde gittikçe kalınlaşır ve 0.7 mm'ye çıkar.

Optik Özellikleri

Kornea ön yüzü, daha öncede belirtildiği gibi asferik olup, sadece santral 3-4 mm'lik alanda küresel, yani tam bir sfer gibidir. Genellikle keratometri cihazlarının referans kabul ettiği bu santral bölgeden uzaklaşıldıkça kornea eğimi azalır, kırıcılığı düşer. Gözün toplam kırıcılığının 2/3'ü korneadan kaynaklanmakta olup, ortalama kornea kırıcılığı 40-44 dioptri arasındadır.(3.4)

Korneanın optik özelliklerini saydamlığı, yüzey düzgünlüğü, eğimi ve refraktif indeksi belirler:

Korneanın saydamlığı en çok stromadaki kollajen liflerin düzenli dizilişine atfedilmiştir. Stromal kollajen lifler hem ortalama çapları, hem birbirlerine olan mesafeleri açısından oldukça homojen olup, aralarındaki mesafe görünen ışığın dalga boyunun yarısından azdır. Yüzeyinden yansıyan ışığın dalga boyunun 1/4'ü kadar kalın oldukları için, gelen ışık ile yansıyan ışığın negatif interferans yaparak

birbirini nötrlediği antirefle gözlük camları gibi, korneanın da saydam yansız oluşu optik interferans mekanizmasına bağlanmıştır. Kollajen lifler arasındaki mesafenin azaldığı “fibrozis” veya arttığı “ödem” durumunda saydamlık bu nedenle kaybolmaktadır.(4)

Korneanın yüzey düzgünlüğünü kornea epiteli ve gözyaşı filmi sağlamaktadır. Bu nedenle kuru gözlü hastalarda hem düzgün yüzeyin sağladığı optik mükemmellik yitirildiği için görme kalitesi bozulur, hem de korneanın beslenmesi ve homeostazisi bozulduğu için epitelyopati gelişir ve organik hasar gelişir.

Korneanın düzgün eğimi ve anatomisinin bozulduğu keratokonus skar gelişimi, refraktif cerrahi girişimleri ve yaralanmalarda da optik kalite ve saydamlık kaybı ortaya çıkar.(3)

Refraktif indeks, havada 1.000, gözyaşında 1.336, korneada 1.376 ve humör aközde 1.336’dır. Hem bu indekslerin farklılığı hem de eğim, ışınların ara yüzlerdeki kırınımı etkiler. Örneğin refraktif güç, hava-gözyaşı arayüzünde + 44.00 dioptri, gözyaşı-kornea arayüzünde + 5.00 dioptri, kornea-aköz arayüzünde -6.00 dioptri olup, toplamda ($44.00 + 5.00 - 6.00 = 43.00$) 43.00 dioptri yapan bu değer, gözümüzü suyun içinde açtığımız zaman hava-gözyaşı arayüzünün katkısını kaybettiğinden neredeyse 0.00 dioptriye düşer ve gözümüz yaklaşık 40.00 dioptri hipermetropik hale gelir. Yani, dalış gözlüklerinin net görüşümüze olan katkısı bu nedenle 40 dioptri kadardır. Bir çok keratometri cihazı, gözyaşını korneanın ayrılmaz bir parçası sayar ve arkasındaki humör aközün de gözyaşı ile aynı refraktif indekse sahip olması nedeniyle, korneanın refraktif indeksini suyun refraktif indeksi ($=1.336$) civarında bir değer olan 1.3375 kabul eder. Gerçekte 1.376 olan kornea refraktif indeksi, hem önünde hem arkasında bulunan su nedeniyle etkisi silindiğinden, yani optik açıdan kapalı kutu kabul edildiğinden ihmal edilir. Keratometri cihazının mucidi tarafından varsayımsal olarak tayin edilen 1.3375 değerindeki bu keratometrik refraktif indeks, keratometrik kırıcılık ile eğim yarıçapının birbirleriyle çarpımlarının sonucunda ortaya çıkan 337.5 sabit değerinin de matematiksel kökenidir. Örneğin kornea ön yüz eğrilik yarıçapı (base curve) 7.9 mm ise, keratometrik gücü $337.5 / 7.9 = 42.75$ dioptridir. Aynı hesap tersinden de kullanılabilir, keratometrik kırıcılığı 42.75 dioptri olan korneanın ön yüz eğrilik yarıçapı $337.5 / 42.75 = 7.9$ mm’dir. Yani 337.5 sabit sayısı, keratometri değerine bölündüğünde eğrilik yarıçapı (base curve); eğrilik yarıçapı (base curve) değerine bölündüğünde ise keratometri değeri bulunur. Korneanın ön yüzü, kontakt lenslerin arka yüzünün yerleşim yeri olduğu için, bu eğrilik yarıçapı

(base curve) ifadesi kontakt lens parametresi olarak da geçerlidir ve keratometrik ölçümle olan ilişkisini belirler(3.7)

Korneanın İnnervasyonu

Vücudun duysal innervasyonu en yoğun dokularından biri olan kornea, ciltten 300-400 kat daha yoğun sinir yoğunluğuna sahiptir. Duysal innervasyonu, trigeminal sinirin oftalmik dalından, siliyer sinirden alır. Limbus çevresinde sinir halkası oluşturan uzun siliyer sinir periferik stromaya derinden ve radyal olarak girer, girdikten kısa bir mesafe sonra miyelinsiz hale gelir, incelerek devam ettirdiği radyal uzanımı bir süre sonra öne doğru yön değiştirir, Bowman tabakasını deldikten sonra pleksus oluşturur ve kornea epitelinin kanat hücreleri seviyesinde sonlanır. Bu nedenle kornea epitelinin hasar gördüğü veya yitirildiği durumlarda, açıkta kalan sinir uçları çok yoğun bir batma hissi yaratır.(3)

Korneanın biomikroskopik bakıda genelde fark edilmesi güçtür. Belirgin olduğunda, kornea periferindeki radyal uzanımları seçilebilir, merkeze doğru seçemez hale gelirler. Ancak konfokal mikroskopik çalışmalar daha ince dalları da görüntülemeyi mümkün kılar.

Kornea sempatik otonom sistem innervasyona da sahiptir, ayrıca histopatolojik incelemeler substans P, nöropeptid Y, vazoaktif intestinal polipeptid (VIP), galanin, metionin-enkefalin, katekolaminler ve asetilkolin gibi norotransmitterlerin de bulunduğunu ortaya koymuştur.(6)

Vasküler Sistem

Kornea vücudumuzdaki damarsız nadir dokulardan biridir. Periferinde internal karotid arterin, ilk dalı olan oftalmik arterden gelen ön siliyer arterlerin oluşturduğu limbal damar arkını oluşturur. Kapak ve konjonktivaya da eksternal karotid arterin dalları uzanır ve ön siliyer arterlerin oluşturduğu ark ile anastomoz halindedirler. Bu nedenle kornea periferinin hem internal hem eksternal karotid arterden beslendiğini söyleyebiliriz.

Oksijen ve Besin Desteği

Korneanın epitel ve endotel hücreleri metabolik olarak son derece aktiftir. Saydamlığın, dehidratasyonun sürdürülmesi bu aktiviteyle sağlanmaktadır. Enerji

kaynağı olarak ATP gerektiren bu metabolizmalarını, glukoz katabolizması ile sağlarlar. Aerobik glikolizde glukozun kaynağı humör aköz, oksijenin kaynağı ağırlıklı olarak gözyaşı filmidir. Endotel oksijen ihtiyacının bir kısmını aközden, epitel de bir miktarını limbal arterlerden sağlamakta ise de, gözyaşı filmi oksijenin temel kaynağıdır. Bu nedenle oksijen temini için korneanın hava ile temas şarttır. Gözün kapalı olduğu durumlarda oksijen ulaşımı azalır, kontakt lenslerde gaz geçirgenliğinin mümkün olduğunca yüksek tutulmaya çalışılması bu nedenle gereklidir. Oksijen temininin azaldığı uyku gibi durumlarda aerobik metabolizma anaerobik hale dönüşür.(4)

MİKROSKOPİK ANATOMİ VE FİZYOLOJİ

Kornea üç hücre tabakası arasındaki iki arayüzden oluşur; Epitel, Bowman tabakası, stroma, Descemet membranı ve endotel. Epitel hücreleri epidermal ektodermden, keratositler ve endotel nöro-ektodermden köken alır.

Önde gözyaşı filmi, arkada humör aköz ile temas halindedir. Humör aköz, hücresel içerik açısından plazmaya göre oldukça eksik olmakla birlikte iyon ve protein içeriği plazmaya benzer. Bu iki sıvı, damarsız korneanın fizyolojik düzenini sürdürmesini, patolojik durumlardaki tepkisini ve immünolojisini büyük oranda belirler.(6)

Gözyaşı filmi

Kornea yüzeyini kaplayan gözyaşı filmi, korneayı kurumaktan korurken, aslında birçok mikrovillus ve girinti-çıkıntıdan oluşan epitel hücrelerinin düzgün bir yüzey oluşturmasını da sağlar. Yaklaşık 7 mikron kalınlığındaki gözyaşı filminin hacmi de 6.5 ± 0.5 mikrolitredir. En yüzeyel tabakasını olan yağ tabakası yaklaşık 0.1 mikron, ortadaki aköz tabaka neredeyse 7.0 mikron, epitelle temas halindeki müsin tabakası ise 0.02 ila 0.05 mikron civarında bir kalınlığa sahiptir. Hemen % 98'ini oluşturan aköz tabaka içinde elektrolitler, glukoz, immunglobulinler, laktoferrin, lizozim, laktoferrin, albümin ve globülin gibi birçok önemli biyolojik molekülü ve histamin, prostaglandin, growth (büyüme) faktör ve sitokinleri barındırır. Gözyaşı filmi, yalnızca düzgün bir optik yüzey oluşturmak ve korneayı ıslatmakla kalmaz, epitelin sağlığını sürdürmesi ve onarımı için gerekli biyolojik aktif ajanlara da kaynaklık eder.

Yağ tabakasının temel kaynağı Meibom ve diğer yağ bezleridir. Aköz tabaka ana ve yardımcı gözyaşı bezlerinden, müsin tabaka konjonktivanın goblet hücre-

lerinden salgılanır. Alerji, travma veya enfeksiyon gibi durumlarda inflamatuvar hücreleri barındırırken, bazı ülseratif hastalıklarda içerdiği matriks metalloproteinazlar kollajen ve bazal membran yıkımından sorumludur.(8)

Epitel

Oküler yüzeyi oluşturan konjonktiva epiteli, kornea epiteli ile devamlılık gösterir. Birbirlerinden farklı olmakla birlikte, kornea ve konjonktiva epiteli oküler yüzeyin biyolojik savunma sistemini oluştururken birlikte işbirliği içindedir.

Kornea epiteli nonkeratinize çok katlı yassı epitel hücrelerinden oluşur. Epitel tabakasının kalınlığı yaklaşık 50 mikron olup, korneanın toplam kalınlığının %10'unu oluşturur. Herpetik keratitli bireylerde, geçirilmiş kornea cerrahileri ve laser ablasyonları sonrasında, epitelin hiperplaziye uğrayarak stromal kayıp bölgesindeki kalınlık kaybını nötralize etmeye çalışması, epitelin kalınlığını altındaki stromanın belirlediğini düşündürmektedir.(10.12)

Limbustaki pluripotent kök hücrelerden mitozla çoğalan hücreler kornea merkezine doğru ilerleyerek epitelin bazal hücrelerini oluştururlar. Bu bazal hücrelerden diferansiye olan hücrelerin oluşturduğu kornea epiteli 3 farklı hücre türünün sürdürdüğü 5-6 kattan oluşur. En üstte yüzeyel hücreler 2-3 kat, ortada kanat hücreleri 2-3 kattan oluşan bir tabaka yaratırken, en altta tek katlı kolumnar bazal hücreler yer alır. Cilt epitelinden olan en önemli farkı keratinize olmayışıdır.

Yüzeyel hücreler yassı poligonal şekilli olup, 40-60 mikron çapta, 2-6 mikron kalınlıktadır. Yüzeylerinde mikrovillus ve mikropikalar, gözyaşı ve hava ile temas alanını artırarak bezin ve oksijen teminini kolaylaştırır. Göz yüzeyini hidrofilik hale getirir ve müsin ile yüzey gerilimini azaltır. Aralarındaki sıkı bileşkeler, en önemli epitelyal bariyerdir.

Çoğalma yeteneği yalnızca bazal hücrelerde vardır. Mitoz yeteneği ile uyumlu olarak, çok zengin hücre içi organel yapısına sahiptir. Bazal hücreler bazal membrana hemidesmozom ve sıkıca tutunmayı sağlayan tip VII kollajen fibrillerle bağlıdır. Bu kollajen fibriller bazal membranı geçerek stromaya da penetre olur, stromanın tip I kollajeni ile birlikte tutunmayı sağlayan plaklar oluşturarak, epitelin stromayla olan bağlantısını güçlendirir.

Bazal hücrelerden doğan hücreler önce kanat hücreleri, ardından yüzeyel hücrelere değişim gösterirler. Bazal hücrelerden, yüzeyel hücrelere değişim sürecinin

döngü süresi 7-14 gündür. Ultraviyole radyasyonu, hipoksi, mekanik stres apoptozisi tetikleyerek, programlı epitel hücre ölümüne neden olur.(4.6)

Epitelin fonksiyonları:

Düzdün optik yüzey: Epitel üzerindeki gözyaşı, mikrovilluslar ve mikropililerin boşluklarını doldurup, düzdün bir optik yüzey oluşturur. Bu nedenle kuru gözli olgularda optik kalite bozulmaktadır.(4)

Biolojik ve kimyasal etkenlere karşı bariyer: Epitel hücreleri arasındaki bağlantı kompleksleri, biolojik ve kimyasal etkenlerin derin kornea katlarına geçişini önemli oranda engeller. Ayrıca epitelin hızlı devridaim süreci, birçok mikrobik saldırı için, önemli bir savunma mekanizmasıdır. Epitelin defektli olması durumunda hem kimyasal bariyer bozulduğu için stroma ödemi gelişmekte, her de biolojik bariyer bozulduğu için, kısıtlı sayıdaki bakteriler yerine hemen her bakteri ciddi patojenite kazanmaktadır.

Yüzeyel epitel hücreleri arasındaki sıkı bileşkeler (zonula okludens) gözyaşı filminin derin katlara penetrasyonu ve birçok kimyasal gözyaşı içeriği için en öner bariyerdir. Zonula adherens ve makula adherens tüm epitel tabakalarında bulunurlar ve epitel hücrelerinin yan yüzlerinde bulunan açılır hücre bağlantıları (gap junction) birçok küçük molekül için kanat hücreleri ve bazal hücreler seviyesine geçiş imkânı yaratır. Desmozom ve açılır hücre bağlantıları, ancak bazal membran varlığında geliştiğinden, epitel hasarı sonrası, yara iyileşmesi aşamasında, bazal membran oluşana dek bu komplekslere rastlanmaz.

Hücre içi iskeleti oluşturan aktin flamanları, mikrotübüller ve intermediate filamanlar hücreye şekil ve hareket yeteneği verirken, kendilerine özel molekül yapıları ile histolojik olarak diğer epitel hücrelerinden ayırt edilmelerini sağlar. Tonofilamanlar ile hücrenin iskeleti korunur. Aktin filamanlar ise yara iyileşmesi sırasında hücre göçünde rol alır.(6)

Epitelin hücresel bileşenleri kornea immünolojisinde önemli rol oynar. Kemik iliği kökenli, son derece özelleşmiş antijen sunucu makrofajlar olan Langerhans hücreleri kornea periferinde yoğun olarak görülürken, santral korneada görülmezler. İnsan lenfosit antijenlerinin (HLA) class II moleküllerini açığa çıkaran Langerhans hücreleri, T hücrelerine antijen sunumu yoluyla oküler immun yanıtın afferent ayağından sorumludur. Oküler inflamasyonda sayıları artarken, steroid kullanımı ile

azalır. Kornea santralindeki hasar, Langerhans hücrelerinin hasarlı alana göçü ile sonlanır.

Bazal Membran

Vücudun her yerinde olduğu gibi korneada da bazal membran, bazal epitel hücreleri tarafından salgılanır. Bazal hücre membranlarının hemen altında lamina lucida ve onun altında lamina densa denen iki tabakalı bazal membran 40-50 mikron kalınlıktadır. Kornea epitel hücreleri tarafından salınan tip IV kollajen ve laminin, temel komponentleridir. Ancak kornea ve konjonktivanın bazal membranını oluşturan tip IV kollajenler farklı zincirlere sahiptir. Ayrıca kornea epiteli heparan sülfat ve fibrin de içerir.

Epitelyal hücre göçü, zemin olarak bazal membran gerektirir. Ancak epitel debritleme sonrası yeni bazal membran gelişimi 1 haftadan uzun zaman aldığından, geçici matriks olarak fibronektin hücre göçüne zemin oluşturur. Yani istirahat konumunun sürdürülmesinde mutlak gerekliliği olan tip IV kollajen, bu nedenle akut yaralanma durumlarında yerini fibronektine bırakır.(4,5)

Keratektomi sonrası, fibronektin ile geçici matriks oluşurken, lezyona komşu alanda göçe hazırlanan epitellerin hemidesmozom ve bağlayıcı fibrilleri çözülür, önce geçici matriks üzerine yayılan hücrelerin de hemidesmozom ve bağlayıcı fibrilleri yoktur. Bazal membranın gelişimini ve epitelizasyonun tamamlanmasını takiben hemidesmozom ve bağlayıcı fibriller görülmeye başlar.(10)

Bowman Tabakası

Işık mikroskobu ile fark edilebilen bu hücresiz tabaka, epitel bazal membranı stroma arasında yer almakta olup, yalnızca insanlar ve bazı memelilerde bulunur. Yaklaşık 12 mikron kalınlıkta olan bu tabakada kollajen fibriller tesadüfi dizilim gösterir. Temel olarak tip I ve III kollajen fibrillerden oluşan fibrillerin çapları stromadakinden biraz daha incedir.

Kornea stromasının ön bölümü olduğu kabul edilir, içindeki kollajen fibriller stromal keratositler tarafından sentezlenir ve salgılanır. Biyolojik rolü tam olarak anlaşılamamış olan bu tabaka, hasar sonrası rejenerasyon edilemez yerini skar dokusuna bırakır. Epitel rejenerasyonu için gerekli olmayan bu tabaka, bir çok memelide de yoktur. Tümör ve enfeksiyonun derin katlara yayılımı açısından bariyer görevi yaptığı düşünülmektedir.(6)

Stroma

Kornea kalınlığının % 90'ını oluşturur. Korneanın fiziksel gücü, şeklinin stabitesi, saydamlığı ve birçok anatomik ve biyokimyasal özelliği, stromasının özelliklerine bağlıdır. Kollajen liflerin tek tip dizilimi, yavaş ancak sürekli yıkım-üretim halinde oluşu, saydamlığı için esastır. Kollajen fibriller ve onları üreten keratositler, yaklaşık 2-3 yıllık bir yıkım-yapım döngüsüne sahiptir. Kornea stroması ekstrasellüler matriks, keratositler ve sinir liflerinden oluşur. Hücresel komponenti tüm yapının % 2-3'ünü oluşturur. % 78'i sudan oluşan stromanın kuru ağırlığının % 70'ini ise kollajen oluşturur. Stromadaki kollajenin en büyük bölümünü tip I, kalan kısmı ise tip III, V ve VI fibrillerdir.(4)

Çapları 22.5 ile 35 nm arasında değişen kollajen lifler son derece düzenli bir dizilim gösterir. Lifler arasındaki mesafede son derece düzenli olup 41.4 ± 0.5 nm kadardır. Korneanın saydamlığında bu diziliş düzenini önemi büyüktür. Ödem nedeniyle mesafelerin artması ya da fibrozis nedeniyle azalması saydamlığını bozar. Stromada yaklaşık 300 kollajen fibril tabakası bulunmaktadır. Fibriller arasında çeşitli glikozaminoglikanlar bulunur. Hyaluronan embriyonal hayatta ve yara iyileşmesi aşamasında görünen, post-natal istirahat konumunda görülmeyen bir glikozaminoglikan olup, bunun dışındaki tüm glikozaminoglikanlar proteoglikan oluşturmak için bir çekirdek proteine bağlanır. Proteoglikanların fibrillogenezi düzenlediğine inanılmaktadır. Tüm glikozaminoglikanların %65'ini keratan sülfat, geri kalanı ise kondroitin sülfat ve dermatan sülfat oluşturur. Stromanın su tutma yüzdesini de belirleyici etkileri bulunan glikozaminoglikanların etkisiyle, eksizye korneanın su tutuculuğu %78'den %98'e çıkar.

Stromadaki hücresel hakimiyet keratositlerdedir. Keratosit ömür döngüsü 2-3 yıldır. İğ biçimli bu hücreler esasen fibroblast olup, stroma lamellerinin arasına yerleşmişlerdir. Normal sağlıklı stromada istirahat halinde duran keratositler, yara iyileşmesi aşamasında son derece aktiftir. Stromada lizis yapan matriksmetalloproteinazlar ve integrinleri sentezlerler.

Descemet Membranı

Endotel hücrelerinin bazal membranı olan Descemet zarı, doğumda 3 mikron kalınlıkta iken erişkin yaşamda 8-10 mikron kalınlığa ulaşır. Histolojik incelemede stromadan humör aköze doğru sırasıyla 0.3 mikron kalınlıkta çizgisiz tabaka, 2-4 mikron kalınlıkta ön çizgili tabaka ve arkada 4 mikron kalınlıkta çizgisiz tabaka

biçiminde katları vardır. En arkadaki çizgisiz tabaka yaşarla birlikte kalınlaşır. Fuchs distrofisinde biriken atipik çizgili kollajen birikimi bu kattadır.(6)

Ağırlıklı olarak tip IV kollajen ve lamininden oluşursa da içinde bir miktar fibronektin de bulunur. Yırtılmaya karşı son derece dayanıksız olan Descemet membranı, Bowman tabakası ve stroma gibi kollajen fibril içermediğinden matriks metalloproteinazlara dayanıklıdır ve Mooren ülseri ve bakteriyel keratitler nedeniyle stromal lizisin geliştiği birçok durumda sağlam kalan membranda, intraoküler basıncın etkisiyle Desmatosel gelişir.

Descemet membranı stroma arka yüzüne sıkıca yapışıktır ve stromadaki en küçük şekil değişikliğinde dahi kırışıklıklarla bu değişikliği belli eder. Descemet membranındaki yırtılma ve çatlaklar humör aközün stromaya göçü nedeniyle ödem yaratır. Endotel hücreleri çıplak alana göç ederse, membranın çizgisiz tabakası rejenere olur, ancak daha öndeki çizgili tabaka rejenere olmaz.(3.13)

Endotel

Descemet membranının arka yüzünü döşeyen tek sıralı hücrelerden oluşur. Yaklaşık 5 mikron kalınlıkta, 20 mikron genişlikte olan bu hücreler genelde hekzagonal (altıgen) biçimlidir. Genç bir erişkinde mm²'de ortalama 3500 hücre bulunur. Bir alandaki ortalama hücre sayısı ile bir başka alandaki ortalama hücre sayısının standart sapma değeri, varyasyon katsayısı (Coefficient of variation=CV) olarak adlandırılır ve normal korneada 0.25'tir. Bu katsayının artmasına "polimegatizm" denir. Normal sağlıklı korneada, hücrelerin % 70-80'i altıgen biçimindedir. Endotel hasarı arttıkça daha çok yüzeyi kaplamak zorunda kalan hücrelerin bu altıgen biçimi bozulur ve azalır. Altıgen yapıdan uzaklaşmaya da "polimorfizm" adı verilir.(3.11)

Metabolik ve sekretuar açıdan oldukça aktif olan endotel hücreleri çok sayıda sitoplazmik organel içerir. Descemet membranına dayalı yüzü düz (=yassı), humör aköze bakan yüzü ise epitel hücreleri gibi mikrovillusludur. Bu mikrovillus ve katlantılar humör aköz ile olan teması maksimuma çıkarır. Endotel hücrelerinin arasında desmozom dışındaki üç bağlantı kompleksine (zonula okludens, makula okludens ve makula adherens) sahiptir.

Kornea endotel hücreleri insan, maymun ve kedilerde prolifer olamazken, tavşanlarda mitoz yeteneğine sahiptir. Ancak insan endotel hücrelerinin hücre kültürlerinde mitoz kabiliyeti olduğu gösterilmiştir. İn-situ çoğalamayan endotel

hücreleri, yaş ile giderek sayıca azalır. Geçirilmiş göz içi ameliyatları, ön kamara inflamasyonu, artmış göz içi basıncı da endotel disfonksiyonuna neden olan diğer faktörlerdir. Endotelde kayıp, kornea stromasının su içeriğini % 78 seviyesinde tutmak üzere, stromadan humör aköze doğru sürdürülen aktif su pompalanması işlevini azaltır ve stroma ödemlenerek saydamlığını yitirir. Endotel fonksiyonu açısından morfolometrik parametreler olan polimegatizm ve polimorfizm yanında, kornea kalınlığı da endotel fonksiyonun biyolojik göstergesidir.(12)

Endotel hücrelerinin pompa işlevi hücrelerin kendisi kadar, göz içi basıncı ve ısıya da bağlı olup, yüksek göz içi basıncı ve düşük ısı da ödemi artırır.

KERATOKONUS ETYOLOJİSİ VE FİZYOPATOLOJİSİ

Keratokonus kornea stromasında incelleme, epitelial dejenerasyon ve Bowman çatlakları ile seyreden noninflamatuvar bir kornea hastalığıdır. Keratokonusla ilgili olarak Neden? Nasıl? ve Ne? sorularının cevapları henüz tam olarak verilebilmiş değildir.

Neden sorusunun cevabı genetik yatkınlık ve çevresel faktörlerdir. Keratokonus etyolojisinde genetik faktörlerin rolü en az 50 yıldır araştırılmaktadır ama henüz kesin bir sonuca varılmış değildir. Etiyolojide genetik faktörlerin rol oynadığını gösteren 3 ipucu vardır: -ailesel yatkınlık, -monozigotik ve dizigotik ikizler arasındaki diskordans ve diğer genetik hastalıklarla birliktelik. Çevresel faktörlerden mikrotravma (göz kaşıma, atopi ve rijid gaz geçirgen kontakt lens kullanımı, UV) ve oksidatif hasar en çok üstünde durulan etyolojik faktörlerdendir.(14)

Ailesel yatkınlık eski çalışmalarda %10'un altında oranlarda bildirilirken komputere videokeratografik çalışmalarla bu oran %20'nin üzerine çıkmıştır.(20) Diagnost kriterlerin duyarlılığındaki farklar ve forme frust gibi erken formların dahil edilip edilmemesi ailesel yatkınlığın sıklığını belirler. Santral korneal dikleşme, santral dioptrik güçte asimetri ve asimetrik inferior dikleşme gibi minör topografik anomaliler de göz önüne alınırsa keratokoniklerin ailelerinde %50'ye varan oranlarda anomali olduğu gösterilmiştir. Ailesel yatkınlık konusunda yapılan araştırmalar arasında çok önemli bir dizayn problemi vardır: Korneal asimetri ve irregüler astigmatizmanın değişken fenotipik ekspresyon olarak değerlendirildiği çalışmalarda tama yakın penetransı olan otozomal geçiş bildirilmekte; yani yatkınlık oranı çok fazla olmaktadır.

Diğer yandan hatırı sayılır sayıda otör, genotipik benzerlikten ancak fenotipik benzerlik durumunda söz edilebileceğine inanmakta; yani kon morfolojisinde benzerlik aranması gerektiğini düşünmektedir. Bu durumda da ailesel yatkınlık oranı çok azalmaktadır.(15)

İkiz çalışmaları tüm genetik hastalıklar gibi keratokonüste de çok değerlidir. Videokeratografi çağında bildirilmiş 5 keratokonüslü tek yumurta ikizi vardır, bunların 4 tanesinde klinik ve topografik olarak keratokonüs saptanmıştır (topografik özellikleri ikisinde benzer, ikisinde farklı). 1 tek yumurta ikizinde ise klinik ve topografik olarak keratokonüs saptanmamıştır. Bu sonuçlar bir yanda genetik etyolojiyi desteklerken, diğer yandan farklı fenotip varlığı çevresel faktörler lehine bir bulgu kabul edilebilir. Dizigotik ikizlerde konkordansın daha az oluşu da genetik etyolojiyi desteklemektedir.(15.20)

Keratokonüs pek çok oftalmik/sistemik hastalıkla birlikte görülür. Bunlardan genetik orijini bilinenler arasında Down sendromu, Leber'in konjenital amorozisi, atopi ve bağ dokusu hastalıkları (özellikle Ehler-Danlos ve osteogenezis imperfekta) sayılabilir. Down sendromunda %15, Leber'de %30'a varan keratokonüs birlikteliği bildirilmiştir. 21. kromozomdaki bir mutasyonun Down + keratokonüs birlikteliğinden sorumlu olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu hastalıkların tümüne ciddi boyutlarda göz kaşımının eşlik ettiği unutulmamalıdır. Eşlik eden diğer genetik hastalıklar arasında Turner sendr, Marphan sendr ve retinitis pigmentoza sayılabilir.

Genetik yatkınlığı destekleyen en önemli faktörlerden biri iki gözdeki karakteristik ayna hayali simetrisidir.

Genetik yatkınlığın fenotipi nasıl oluşturduğu henüz aydınlanmamıştır. Wang ve arkadaşlarının segregasyon analizi ile yaptığı çalışmada keratokonüslü hastaların 1. derece yakınlarında 15-67 kat fazla keratokonüs prevalansı hesaplanmıştır. Et-kilenmiş kornealardaki enzimatik ve biyokimyasal anormallikler gözönüne alınarak keratokonüs ile ilgili olabilecek aday genler saptanmıştır. Bunlar kollagenlerle, proteinaz sistemiyle, proteinaz inhibitörleriyle ve interleukin-1 sistemiyle ilgili genlerdir. Kollagenlerle ilgili bir takım genetik defektler saptanmıştır; ancak bunların sayısındaki çokluk ortak bir klinik tabloyu oluşturabilecekleri konusunda kuşku yaratmaktadır. 13q ve 18p genlerinde kollagen genlerine çok yakın lokuslarda genetik anomaliler bildirilmiştir. Bugüne dek rapor edilen keratokonüsle ilgili diğer muhtemel genler şunlardır: 21, 20q12, 20p 11 -q11, 17, 16q22.3-q23.1, 15q, 13, 5q14.3-

q21.1 ve 3p14-ql3. 21. kromozomdaki SODİ geni çalışılan son genlerden biridir ve defektif oksidatif stres cevabına da bir açıklama getirmektedir.(20)

Çevresel faktörlerden en çok üzerinde durulanı göz kaşımadır. Keratokonusle aralarındaki ilişki yıllardır bilinmektedir. Çalışmalar, doğrudan etyolojik faktör olmanın ötesinde, ancak varolan genetik olarak belirlenmiş bir keratosit hipersensitivitesi durumunda göz kaşımanın keratokonüse yol açtığını desteklemektedir. Göz kaşıma kornea epitelinde ve üst tarsal konjonktivanın kolumnar epitelinde kronik hasara yol açar. Bunlardan salınan inflamatuvar sitokinler keratosit apoptozisine yol açabilirler. Apoptotik keratositlerin izlendiği kornea kalınlığı normal bireylerde %0, stromal distrofilerde %35, keratokonusta ise %60 kadardır. Keratokonuslu hastalarda korneal fibroblastların normalin 4 katı interleukin 1 reseptörü taşıdığı gösterilmiştir; bu onları inflamatuvar sitokinlere daha duyarlı hale getirir. Kronik inflamasyon keratokonuslu korneada izlenen pekçok bulgudan sorumlu olabilir.(19)

Ultraviyole ise etkisi üzerinde durulan ancak bulgularla bağlantısı henüz kurulamayan bir çevresel faktördür.(18)

Fizyopatoloji

Keratokonusta izlenen morfolojik değişikliklerin süreç mi yoksa sonuç mu olduğunu söylemek son derece güçtür. Çünkü histopatolojik değişikliklerin hemen tümü keratoplasti esnasında elde edilen materyallerde gösterilmiştir, dolayısıyla son dönem bulgularını yansıtır. Son yıllarda keratokonus patogenezi ve patolojisi üzerine yapılan çalışmalarda korneada saptanan değişiklikler şöyle sıralanabilir:

Epitel: Santral epitelial incelme, apikal hücrelerde uzama ve vertisillata görünümü, apoptotik hücreler.

Bazal membran-Bowman: Bazal membranda düzensizlik, çatlaklar, integrin bütünlüğünde bozulma; bowmanda aşırı incelmış bölgeler ve çatlaklar; hasarlı bölgelerde kalınlaşmış sinir lifleri ve doğrudan epitel-stroma komşuluğu.

Stroma: Kollagen lamel sayısının azalma (TEM çalışmaları; biyokimyasal çalışmalar bunu doğrulamamakta), proteoglikan kaybı, keratosit yoğunluğunda azalma (özellikle yüzeyel olanlarda), apoptotik özellikler gösteren keratositler.

Keratokonuslu korneaların % 60'ında apoptotik keratositler gösterilmiştir. Tüm hastalarda görülmeişi 2 şekilde açıklanabilir; 1 -Keratokonus dalgalanmalarla giden bir hastalıktır ve remisyon periyodunda apoptotik keratositler saptanamayabilir. 2- Klinik bir tanı olan keratokonus (fenotip) farklı nedenlere bağlı olabilir, dolayısıyla

farklı fizyopatolojik mekanizmalarla gelişmiş olabilir. Keratokonuslu kornealarda bir başka önemli gözlem de santraldeki keratositlerin çoğu apoptotik iken periferde aktive keratositlerin varlığıdır.(18)

Descement membranı: Rüptür ve kırışıklıklar. Bilinen en eski bulgu olmasına rağmen nedeni bilinmemektedir; büyük olasılıkla sadece göz kaşımanın oluşturduğu minör travma. Çünkü kollagenler (I-3-4-5-6-8), laminin ve entaktin yapısında ve miktarında değişiklik saptanamamıştır.

Keratokonusta saptanan bu çok çeşitli histopatolojik değişiklikler hastalığın farklı dönemlerinde ve korneanın farklı bölgelerinde yapılan değerlendirmelere bağlı olabileceği gibi, keratokonus adını verdiğimiz tablonun aslında benzer bulgularla seyreden birden fazla hastalık olmasına da bağlı olabilir. Klinik bulguların bir bölümü hakkında çok sayıda araştırma yapılmış ve nasıl oluştukları büyük ölçüde aydınlanmıştır. Bu çalışmalardan bahsetmeden önce 2 noktanın vurgulanmasında yarar vardır:1. keratokonus fizyopatolojisinde epitel-stroma etkileşimleri çok önemlidir, 2-temel olarak bulgular stromada görülse de keratokonus belki de bir epitel hastalığıdır. Stromada görülenler geç dönem bulgular ya da komplikasyonlar olabilir.(21)

Kornea epitelindeki proteinlerin bir bölümü normal korneada ve keratokonuslu korneada farklı ekspresyon olmuştur. Bunlar arasında en anlamlı görülenler S 100 A4, Gelsolin ve α -enolaz'dır. Bunun dışında Enolaz-ile sitokeratin-3 ve -12 de farklı ekspresyon olmuştur. Ancak bunların önemi ve stromal değişiklikler ile bağlantısı henüz bilinmemektedir.

Patogenez

Matriks metalloproteinazlar & Doku inhibitörleri

Keratokonusun temel komponenti olan korneal incelme korneanın yapısal elemanlarının kaybına bağlıdır. Korneal incelme kollagen lamellerin sayısında azalmayla, herbir lameldeki kollagen fibril sayısında azalmayla ve/veya fibrillerin sıkı paketlenmiş oluşuyla açıklanabilir Bu yeni ve farklı konfigürasyon ekstrasellüler komponentlerin defektif sentezine veya sentezlenmiş komponentlerin yıkımına bağlı olabileceği gibi fibriller arasındaki ilişkilerin bozulmasıyla artan kornea esnekliğinin bir sonucu da olabilir.(16)

Üzerinde belki de en çok çalışılan konu proteinazlarla korneal stromanın artmış sindirilmesidir. Matrix metalloproteinazlarla (MMP) yapılan ilk çalışmalar

kollagenaz (MMP-1) ve gelatinazların(MMP-2 ve MMP-9) aktivitesiyle ilgilidir. MMP 2 korneanın majör MMP'ıdır ve normal dokuda bulunur. MMP 9 ise ancak belli uyarılarla sentezlenir. Bu MMP ların miktarı ve aktivasyon düzeyleri açısından normal ve keratokonuslu kornea arasında fark olmadığı gösterilmiştir. Sonraki yıllarda yeni enzimlerin eklenmesiyle tanımlanmış MMP'ların sayısı 20'yi aşmıştır. Yeni çalışmalar iyi bilinen kollagenaz ve jelatinazlar dışındaki bazı MMP'ların ekspresyonu üzerine yoğunlaşmıştır. En çok üzerinde durulan artmış MT1 MMP(MMP-H) ekspresyonudur. MMP-14 latent MMP-2 yi aktive eder, ayrıca ekstrasellüler matriks proteinlerini doğrudan degrade edebilir. Ayrıca keratokonuslu lizozomal proteinazlardan katepsin -B ve -G nin artmış olduğu gösterilmiştir. Katepsin V/L2 nin ve mRNA'sının hem kornea düzeyleri artmış, hem de korneadaki dağılımı değişmiştir. Katepsin apoptozisi indükler ve ECM degradasyonuna neden olurken, diğer yandan H2O2 yapımını uyarak oksidatif hasara yol açar.(16.17)

Doku yıkımının nedenleri arasında üzerinde sıkça durulan bir başka konu azalmış proteinaz inhibitörü düzeyleridir. Normal korneada immünhistokimyasal olarak epitel, stroma ve endotelde gösterilmiş olan α -1 proteinaz inhibitörü ve α 2 makroglobulin düzeylerinin keratokonuslu korneada azalmış olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, keratokonuslu korneada TIMP-1 mRNA düzeyinin 2.8 kat azaldığı gösterilmiştir. Proteinaz inhibitörlerinin azalması bir yandan proteinazlar üzerindeki baskıyı kaldırırken diğer yandan doğrudan matriks degradasyonuna neden olur.

Sitokinler

Bowman tabakası üzerinden soluble sitokinlerle gerçekleşen epitel-stroma etkileşimi korneanın gelişimi, homeostazisi ve yara iyileşmesi açısından çok önemlidir. Bu etkileşimde en önemli mediatörün İL-1 olduğu gösterilmiştir. İL-1 MMP ve kompleman faktörlerini regüle ederken diğer yandan korneal hücre proliferasyonunu, diferansiasyonunu ve ölümünü düzenler. Bunu keratositlerden salınan HGF, KGF ve PDGF'ü upregüle ederek gerçekleştirir. İn vitro ortamda keratosit ölümünü indüklediği ve negatif keratosit kemotaksisine neden olduğu gösterilmiştir.(24)

Keratokonüs patogeneğinde IL-1 sisteminin rolü temel olarak keratosit cevabı ile ilgilidir. Normal keratositlerin 4 katı sayıda IL-1 reseptörü içeren keratokonik keratositler bu sitokine daha duyarlıdır ve bu da keratositlerin apoptozis yoluyla kaybına ve korneanın incelmeye neden olur. Bu durum göz kaşıma-atopi-K1

kullanımı gibi durumlarla keratokonus ilişkisini açıklar; çünkü bu durumlarda IL-1 sekresyonu artar.

Oksidatif Stres

Keratokonus patogeneğinde oksidatif stresin rolü son yıllarda üzerinde çok çalışılan konulardan biridir. Keratokonuslu korneada indusibl NOS, nitrotirozin, malonildialdehid ve glutatyon S-transferaz düzeylerinin artmış olması serbest radikallerin sahnede olduğunu göstermektedir. Katalaz düzeyi normal korneadan 1.8 kat fazladır, mRNA düzeyi artmıştır; ancak dağılımı değişmemiştir. Oksidatif hasar patogeneğinde çok önemli bir molekül olan Katepsin V/L2 nin ve mRNA'sının hem kornea düzeyleri artmış, hem de korneadaki dağılımı değişmiştir. Katepsin H2O2 yapımını uyarırken bunu yıkan enzim olan katalazı da upregüle eder. Oksidatif hasara yol açar, apoptozisi indükler ve ECM degradasyonuna neden olur.(17)

Sonuç olarak keratokonus fizyopatolojisi hakkında bildiklerimiz şöyle özetlenebilir: Genetik olarak yatkın kişilerde mikrotravma ve oksidatif hasarı takiben epitelden salınan IL-1 e stromanın yüzeyel tabakalarına sızar, IL-1 otokrin siklusunu başlatır. Bu keratosit apoptozisini ve MMP-1, -3, -9'u indükler, hasarlı epitel hücrelerinden MT-1 MMP salgınır, bu da MMP-2 yi aktive eder, katepsin proteinazlar olur ve homeostazis bozulur. Korneada bilinen değişiklikler gelişir.

Cevap verilemeyen soru ise bu olayların hangilerinin genetik olarak belirlenmiş olduğu ve etyopatogenezi belirlediği, hangilerinin uyarılmış sekonder cevaplar olduğudur.

KERATOKONUS TANISI VE YENİ SINIFLANDIRMA KRİTERLERİ

Keratokonus korneanın bilateral, non-inflamatuvar, progresif ektazisidir. Toplumda görülme sıklığı yaklaşık 1/2000 olup, genellikle 2. dekatta ortaya çıkar. Kornea konik bir görünüm kazanır, stromal incelmeye meydana gelir ve bunların sonucunda gelişen yüksek miyopi ve düzensiz astigmatizma hastada gözlükle düzeltilemeyen ciddi görme azlığı ile sonuçlanır.(25)

Keratokonus genellikle sporadik olmasına karşın, küçük bir grup hastada otozomal dominant bir geçiş moduyla aile hikayesi de gösterebilir.(15)

Ayrıca keratokonus; Down Sendromu, Turner Sendromu, Leber'in Konjenital Amazorisi, mitral kapak prolapsusu, retinitis pigmentoza, Marfan Sendromu ve vernal konjunktivit gibi hastalıklarda eşlikçi olarak ortaya çıkabilir.

TANI YÖNTEMLERİ

Keratokonus tanısı özellikle erken başlangıç dönemlerinde pek kolay olmayabilir. Hatta yayınlarda keratokonus tanısı için henüz altın standarda ulaşılmadığı görüşü vardır.

Son yıllarda refraktif cerrahiye olan talep arttıkça refraksiyon bozukluğu olan hastalarda yapılan incelemelerde, normal popülasyona göre çok daha sıklıkla keratokonus şüphesiyle karşılaşıyor.

TANI

1. Anamnez
2. İnspeksiyon
3. Fizik Muayene Bulguları
4. Yardımcı Tanı Yöntemleri

sırasıyla değerlendirilir.

1. ANAMNEZ

Hastada gittikçe ilerleyen ve gözlükle tatminkar olarak düzeltilemeyen görme azlığı vardır.

2. İNSPEKSİYON

- Hasta gözlerini kısarak, kaşlarını çatarak bakar; böylece görmesini arttırmaya çalışır.

- Munson bulgusu vardır; aşağı bakışta alt kapak kenarı 'v' şeklini alır.

- Rizzuti fenomeni vardır; korneanın yandan ışık almasıyla nazal limbusa keskin bir ışık süzmesi odaklanır (ileri keratokonus'ta).(25)

3. FİZİK MUAYENE BULGULARI

Biyomikroskopi:

- Stromal incelme; santral veya parasantral, genellikle alt veya alt tempora yerleşimli protrüzyon.

- Vogt çizgileri: derin stromada veya desme zarında konun aksına paralel oluşan ince vertikal çizgiler (posterior stres çizgileri),

- Fleischer Halkası; konun çevresinde depolanan demir.

- Epitelyal, sub-epitelyal skarlar, genişlemiş korneal sinirler.

Retroilluminyasyon Bulguları:

- Skiaskopide retinoskopi reflesinin makaslaması.
- Yağ damlası bulgusu (charleux-oil droplet).(26)

4. YARDIMCI TANI YÖNTEMLERİ

Orta ve ileri derecedeki keratokonusta tanı koymanın kolay olmasına karşı başlangıç keratokonuslarda, özellikle sub-klinik formlarda tanı koymak her zaman kolay olmaz. İşte bu aşamada yardımcı tanı yöntemleri çok önem kazanır.

KORNEA TOPOGRAFİSİ

Uzun yıllar boyunca manuel keratometri, santral kornea eğiminin ölçümünde kullanılan tek cihazdı. Ancak, korneanın refraktif gücüne göre, kornea üzerinde 2.8-4.0 mm'lik bir santral halka çevresinde 4 noktadan ölçüm alan keratometrinin en önemli dezavantajları korneayı sferik ve simetrik kabul etmesi, santral ve periferik kornea ölçümü alamamasıdır.(28)

Bu nedenle keratometri, özellikle, ektatik kornea dejenerasyonlarının tanı ve takibinde, refraktif cerrahi için hasta seçimi, refraktif cerrahi ve kornea cerrahisi ve takibinde, travma geçirmiş korneaların incelenmesinde yetersiz kalır. Örneğin, keratokonusta kornea apeksi hemen her zaman desantralizedir ve özellikle subklinik keratokonus olgularında manuel keratometri son derece yetersizdir.

Keratoskop veya fotokeratoskoplar ise kornea yüzeyi hakkında yalnız görsel fikir verirken, kantitatif ölçüm sağlayamazlar.(29)

Bilgisayarlı kornea topografi sistemleri, kornea yüzeyinin tümü veya tümüne yakın bir bölümünün renk-kodlu yüzey haritasını kantitatif değerler eşliğinde gösteren daha gelişmiş sistemlerdir. Kornea topografi cihazları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilirler;

1. Refleksiyon-bazlı sistemler (Plasido disk sistemleri / Polar grid sistemleri)
2. Projeksiyon-bazlı sistemler (PAR / Fourier profilometri)
3. İnterferometri sistemleri (Moire interferans)
4. Kesit-tarayıcı sistem (Orbscan)
5. Scheimpflug sistemi (Pentacam)
6. VHF dijital ultrason (Artemis)

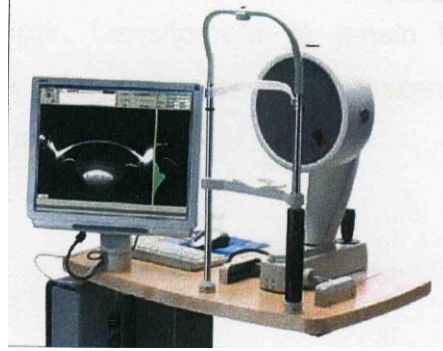
Plasido-disk prensibi ile çalışan refleksiyon-bazlı bilgisayarlı kornea topografi sistemleri genel olarak kornea santral 1.3-2.1 mm'lik kısmı hariç, periferde yaklaşık 11.0 mm'ye kadar ölçüm alabilir. Bu sistemlerin en önemli dezavantajı içerdikleri algoritmaların korneanın sferik olduğunu kabul etmesidir. Diğer sınırlamaları ise, yalnız eğim ölçebilmeleri ve yükseklik ölçümünü eğim ölçülerinden indirekt çıkarabilmeleri, arka kornea yüzeyi ölçümü alamamaları, düzensiz / postoperatif kornealarda veya ciddi kuru göz varlığında ölçüm alamamaları ve parlak ve yüksek ışıkla ölçüm alabilmeleridir.(30)

Projeksiyon-bazlı sistemler, santral ve periferi dahil olmak üzere tüm kornea yüzeyinden ölçüm alabilmelerine ve direkt yükseklik ölçümü yapabilmelerine rağmen, ölçüm için flöresein gerektirebilmeleri ve kullanımı zor, kompleks cihazlar olmaları nedeniyle bu sistemlerin çoğu prototip kalmış, pratikte kullanım alanı bulamamışlardır.

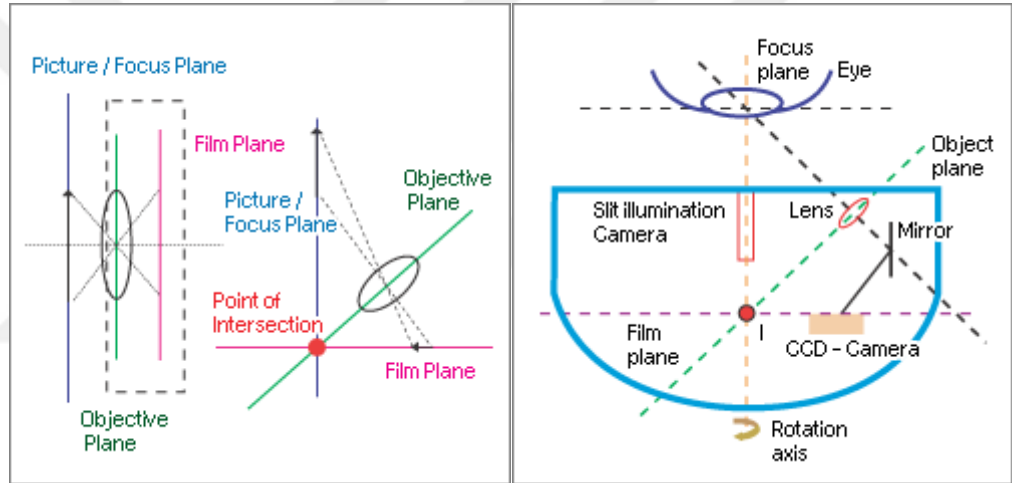
Göreceli olarak yeni, kesit-tarayıcı bir sistem olan Orbscan (Bausch & Lomb, ABD) ve bir Scheimpflug fotoğrafı sistemi olan Pentacam (Oculus, ABD), şu an klinikte en yaygın kullanılmakta olan sistemlerdir. Bu sistemler ile santral kornea ve limbusa kadar hemen tüm kornea görüntülenebilmekte, ayrıca kornea arka yüzey ölçümleri de alınabilmekte ve bu sayede kornea kalınlık haritaları oluşturulabilmektedir. Benzer ölçümleri yüksek frekanslı ultrason dalgaları kullanarak alabilen ve Scheimpflug sistemi gibi ön segment ve açı görüntülemesi yapabilen bir diğer sistem Artemis (Ultralink, ABD)'dir.(36)

PENTACAM

Pentacam cihazı Scheimpflug (Resim 1) görüntülemesinden faydalanılarak bulunmuştur . 1994 de Avusturalya'da Oculus firması tarafından patenti alınmıştır.Kamera 3 planda çalışmaktadır. Film planı,lens planı ve direk odaklama planı. Bu 3 planda istenilen yüzeyi değerlendirmektedir (şekil 1.). Kamera film planı üzerinde sabitlenmiştir. Lens planı lensin optik merkezinden geçer ve lens aksına dik olarak yerleşmiştir. Lens, focus planı üzerindeki objeyi film planı üzerinde kesin bir şekilde resim halinde sunar . Ordinar kamerada bu 3 plan birbirine paralel ve lens aksı üzerinde olmalıdır. Pentacam çalışma mekanizması Şekil 1 te görülmektedir



Resim 1.



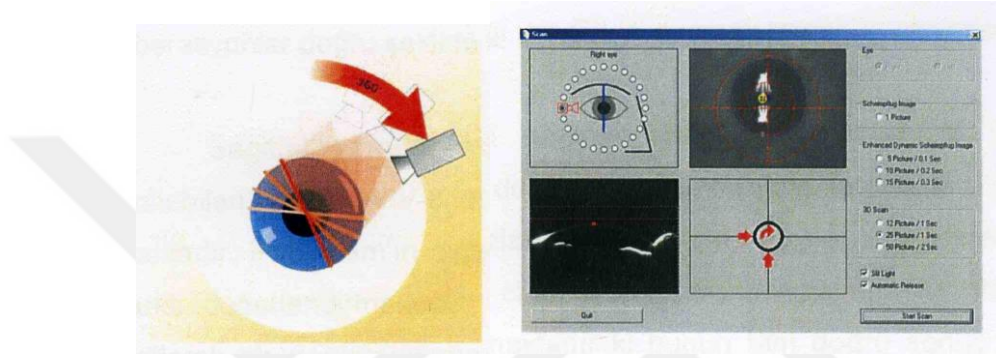
Şekil.1

Oftalmolojik muayenede ön kamarayı değerlendirmek için iyi bir odaklama sistemine ihtiyaç vardır. Buradaki 3 plan birbirine tam paralel değildirler . Birbirlerine açılma gösterirler ve de aynı aksta kesişirler . Böyle bir düzenin bulunması daha iyi bir derinliği odaklamayı kazandırmıştır.

Pentacam rotasyon kamerası sayesinde 2 saniyeden az bir sürede 20 ila 50 arasında görüntü verebilmekte ve 500 tane yükseklik noktası tesbit edebilmektedir .Sistemde 2 tane kamera bulunmakta. Birinci kamera santralde bulunmakta ve pupil oryantasyonunu ve fiksasyonu kontrol etmekte. Diğer kamera ise rotasyon halkalarının üzerinde yerleşmiştir ve ön segment görüntülerini tesbit etmektedir. Scheimflug görüntüleme sistemi kornea ön yüzeyinden lens ön yüzeyine kadar olan ön segment

bölgesinin tam bir görüntüsünü verebilmektedir. Pentacam ile kornea yüzeyinde santral kornea da dahil olmak üzere 25000 tane elevasyon noktasını gösterebilmektedir. Santral kamera sayesinde fiksasyon kontrol edilmektedir.

Rotasyon halkaları ile elde edilen 2 boyutlu ön kamara görüntüleri slit görüntüler halinde alınır ve bunlar 0 dan 180' e kadar açılar halinde kaydedilir . 2 saniye içinde 50 tane slit görüntü alınır. Her slit görüntüde 500 nokta değerlendirilir. Yani 50 slit görüntüde 25000 elevasyon noktası değerlendirilmiş olur. Burada verilerin değerlendirilmesi ile 3 boyutlu görüntü elde edilebilir.(Resim 2)



Resim 2.

Görüntü alındıktan sonra cihaz bu görüntüleri akıllı haritalar olarak adlandırılan haritalar şeklinde sunar. Bu haritalar açılan bir çok menüyü kullanarak görüntülenebilmektedir.Ön ve arka korneal yüzeyin topoğrafisi ve elevasyon haritası , ön kamara derinliği ve ön arka kornea keratometrik değerlerini bu haritalar kullanarak değerlendirebilmektedir.eğitim ve bilgi dökümantasyonu açısından önemli diğer özellik ise görüntü üzerinde kornea skarı lokalizasyonunun görülebmesidir.(40)

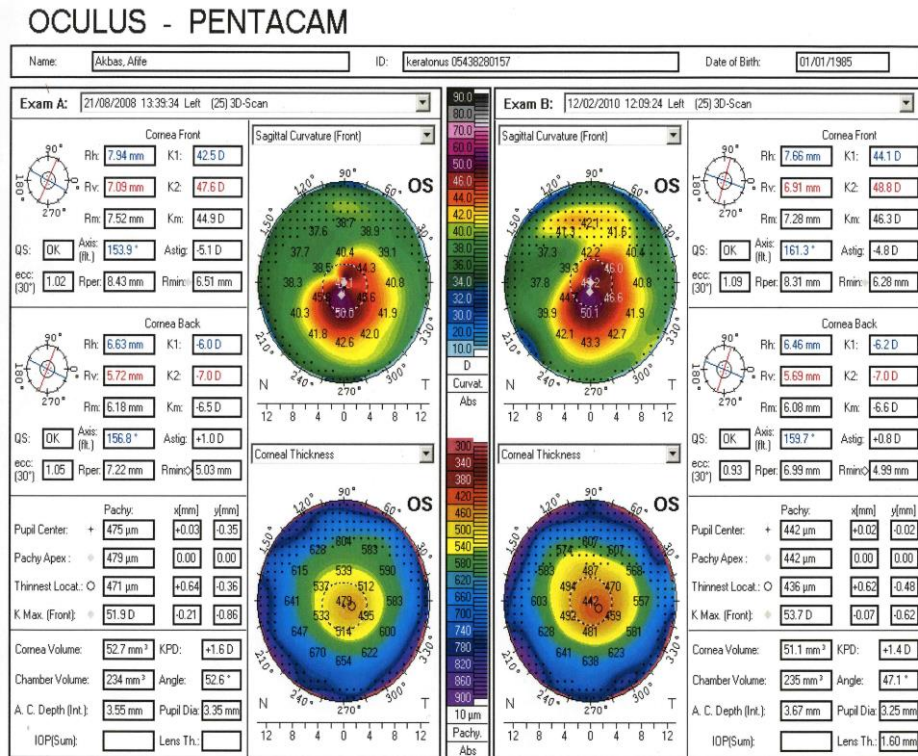
Cihaz içinde 5 değerlendirme modülü bulunmaktadır.bunlar scheimpflug tomoğrafi,3 boyutlu ön segment analizi(derinlik,açı ,hacim),pakimetri,lens dansitometrisi ve korneal topoğrafidir.Dansitometri sistemi ile lens katarakt yoğunluğunu değerlendirmek ya da lensteki bir opasitenin içinde progresyonunu takip etmek mümkündür.

Keratokonus yazılımı oldukça sensitiftir ve özellikle tüm korneal yapı değerlendirildiği için geçirilmiş korneal cerrahi hakkında bilgi verir.Günümüzde gerçekleştirilen refraktif cerrahi sayısının arttığı ve bu hastaların muayene ve takiplerindeki zorluklar gözönüne alındığında pentacamın ne kadar önemli bilgiler verdiği aşıkardır.Diğer yandan kornea refraktif güç haritası, ön ve arka korneal topoğrafisi,yükselti ve tanjansiyel kornea harita ile cerraha kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca geliştirilen yeni modülünde bulunan Pentacam zernicke polinomu kullanılarak,kornea ön ve arka yüzeyinden

korneal wavefront verisi alınmakta ve korneal sferik aberasyonlar doğru şekilde bilindiği için GİL seçmek mümkün olmaktadır.

Saggital kornea topografi haritası ,topografi cihazları ile de elde edilebilen, korneayı V-K normali denen spesifik bir yolla tarayarak elde edilen haritadır.Pentacamın diğer cihazlardan bir farkı da bu harita üzerinde yaptığı farklı değerlendirmedir.(Resim 3)Diğer cihazlarda merkezi 1.5 mm lik alan ihmal edilerek bir değerlendirme yapılmaktadır ki bu tam doğru sonuç vermez.Pentacam ile merkezi alan ihmal edilmez, ayrıca bu saggital harita tanjansiyel haritaya çevrilerek kornea periferi ile ilgili ayrıntılı bilgi elde etmek mümkündür.Korneanın gerçek şeklini ise elevasyon haritası ile değerlendirmek mümkündür ; hem ön hem de arka yüzü hakkında doğru bilgi elde edilebilir (41).

Pentacam teknolojisi çok geniş bir ön segmenti değerlendirmekte ve bir çok topoğrafik avantajlara sahiptir (Resim 3). Plasido disk teknolojisi santral ve parasantral korneal kırma gücünü hesaplamada büyük kolaylıklar sağlamıştır. Plasido disk topoğrafları ve keratometreler kornea ön yüzeyi ile sınırlıdır ve gerçek korneal kırıcılığı hesaplamak için yeterli değildir. Bu aletler kesin korneal kırıcılığı hesaplarken kornea arka yüzeyinin radiusunun ön yüzeyin radiusunun %82 si olduğunu varsayar. Bu da lasik benzeri cerrahilerde önemli hatalara yol açabilmekte . Pentacam bu bölgeleri direkt ölçtüğü için bu tür hatalar oluşmamaktadır.Korneanın bütün yüzeyinin pakimetresini verebilmektedir. Korneayı limbustan limbusa kadar $\pm 5\mu$ hata ile hesaplayabilmektedir.



Resim 3.

Bilgisayarlı topografi cihazları, ölçümlerini çok çeşitli şekillerde görüntüleyebilirler. Bunlardan bazıları;

- Videokeratoskopik görünüm
- Ön / Arka yüzey eğim haritaları (dioptrik veya eğim yarıçapı)
 - Aksiyel (sagittal) eğim haritası
 - Tanjansiyel (lokal / gerçek) eğim haritası
- Ön / Arka yüzey elevasyon (yükseklik) haritaları
- Üç-boyutlu haritalar
- Profil haritaları
- Refraktif haritalar
- Sayısal haritalar
- Data tabloları
- Fark / Çıkartma haritaları
- Kornea kalınlık haritaları
- Korneal wavefront haritaları'dır.

Eğim haritaları, renk skalasında iki renk arasındaki dioptrik farkın büyüklüğüne göre değişik görünebilir. 'Absolü skala'da renkler arasında belirli bir dioptrik fark vardır ve bu skala çok sayıda hastadan alınan topografik ölçümlerin karşılaştırmasında bize yardımcı olur. 'Normalize/ Rölatif skala'da ise üst ve alt dioptri değerleri o korneanın en dik ve en düz ölçümleri tarafından belirlenir. Bu skala ise aynı hastanın korneasında zaman içinde veya bir operasyon/kontakt lens uygulanımı sonrasında gelişen değişikliklerin incelenmesinde yardımcıdır.(28)

Eğim haritaları aksiyel veya tanjansiyel eğim yarıçapına göre oluşturulabilir. Aksiyel yarıçap, periferik bir kornea noktasının tek bir sagittal aksa olan uzaklığı iken, tanjansiyel yarıçap, periferik bir noktanın oradaki anlık bir aksa olan uzaklığıdır. Tanjansiyel haritalar daha hassastır ve eğim değişikliklerini daha iyi gösterirler, bu nedenle kontakt lens hastalarının lens öncesi ve sonrası değerlendirmelerinde, keratokonusta, refraktif cerrahi sonrası veya düzensiz kornea yüzeylerinin ölçümlerinde tercih edilirler.

Renk kodlu eğim haritalarında, normal kornealarda, yuvarlak, oval, simetrik kum saati veya asimetrik kum saati görünümüleri saptanabilir. Topografi haritaları üzerinde ilgilendiğimiz herhangi bir noktanın özellikleri 'cursor'un bu noktaya getirilmesi ile öğrenilebilir.

Bazı kantitatif indeksler yardımıyla ise kornea yüzey özellikleri daha objektif incelenebilir. Örneğin, 'simule keratometri' değerleri, kornea üzerinde manuel keratometriye göre daha fazla sayıda referans noktasından alınan ölçümlerin analizi ile elde edilir ve manuel keratometrik ölçümlerle karşılaştırmaya olanak sağlar. Yüzey düzenlilik indeksi (surface regularity index, SRI), lokal yüzey güç değişimlerinin kantitatif indeksidir ve santral yaklaşık 4.5 mm'de optik kalitenin değerlendirilmesini sağlar, gözlükle düzeltilmiş görme keskinliği ile korrelasyon gösterir. Normal kornealarda değeri 1.0'in altındadır. Yüzey asimetri indeksi (surface asymmetry index, SAI), santral kornea asimetrisini ölçer, normal değerleri 0.5'in altındadır ve 'potansiyel görme keskinliği' ile korrelasyon gösterir.(37)

Asferisite indeksleri; Q, SF (surface factor) ve e (eksentrisite)'dir. Sferik kalibrasyon topunun asferisite değeri '0'dır. Normal kornealarda "Q" değeri, -1.00 ve 0 arasında (prolat asferisite) (ortalama: -0.26), keratokonusta -1.00'den az, refraktif cerrahi sonrası ise 0'dan büyüktür (oblat asferisite). Eksentrisite ise korneanın periferik doğru düzleşme miktarını matematiksel olarak tarif eder. Periferik doğru düzleşmeyen sterde eksentrisite '0' iken, '1' maksimum periferik düzleşmeyi gösterir. Normal korneaların ortalama "e" değeri 0.55 (0.4-0.65)'dir. Topografik kontakt lens modülleri normal kornealardaki eksentrisite değişikliklerini gözönüne alarak o korneaya en uygun kontakt lensin seçimine yardımcı olur.

Potansiyel görme keskinliği (PVA) veya potansiyel kornea keskinliği (PCA) indeksleri, kornea sınırlayıcı faktör ise elde edilebilecek maksimum görme keskinliğini tahmin eder. EyeSys plasido disk sistemi içinde Holladay Diagnostic Summary'de tarif edilen PCA değerinin, normal kornealarda en iyi gözlükle-düzeltilmiş görme keskinliği ile korrelasyon gösterdiği, ancak kornea anomalilerinde faydalı olmadığı bildirilirken, ray-tracing sistemlerde, PVA değerinin normal ve hafif-orta dereceli keratokonusta en iyi gözlükle-düzeltilmiş görme keskinliği ile korrelasyon gösterdiği bildirilmiştir.(40)

Bilgisayarlı videokeratografi veya kornea topografisinin en önemli kullanım alanlarından biri hiç şüphesiz kontakt lens pratiğidir. Bu anlamda kornea topografisi:

- Kontakt lens uygulanımı öncesi, korneanın şekil ve refraktif özelliklerinin incelenmesini sağlar, böylece uygun kontakt lens seçimine yardımcı olur.
- Kontakt lens kullanan olguların takibi sırasında, korneada kontakt lense bağlı değişikliklerin saptanmasını sağlar.
- 'Korneal warpage' tanısının konulmasında, subklinik keratokonustan

ayırımında gereklidir.

- Kontakt lens uygulama modülleri ve flöresein pattern similasyonları sert gaz geçirgen kontakt lens parametreleri seçiminde yardımcı olur.
- Keratokonus, pellusid marjinal dejenerasyon, cerrahi veya travma sonrası özellikli kornealarda uygun kontakt lens seçimine yardımcı olur.
- Hasta korneasına-özel ortho-keratoloji kontakt lenslerinin üretim parametrelerinin saptanmasında kullanılır.

‘Korneal warpage’, kornea ödemi ile ilgili olmayan, kontakt lense bağlı geçici veya kalıcı topografik değişikliklere verilen addır. ‘Warpage’, genellikle asemptomatik olmakla birlikte, bazen kontakt lens intoleransı veya gözlük ile görme keskinliğinde azalma şikayetine neden olabilir. Bulgular ise keratometri veya keratoskop mirlerinde distorsiyon; topografide santral düzensiz astigmatizma, radyal simetri kaybı, normal prolate patternin bozulması ve keratokonus-benzeri bir görünümdür. Kornea kalınlığı epitel kalınlığında azalmaya bağlı olarak azalmış olabilir

Yumuşak kontakt lense bağlı warpage, genellikle korneada dikleşme şeklinde kendini gösterir. Sert gaz geçirgen kontakt lenslere bağlı warpage, kornea topografisinde düzleşme ve miyopide geçici bir azalma şeklinde olabilirse de, genellikle kontakt lens desantralizasyonuna bağlıdır ve bu durumda kontakt lens altında korneada düzleşme ile aksi tarafta dikleşme ile ‘keratokonus-benzeri’ görünüme yol açar. Warpage’in, subklinik keratokonus veya ‘keratokonus suspect’ kornealardan ayrılması, özellikle refraktif cerrahi için hasta seçiminde çok önemlidir.(45)

Bilgisayarlı kornea topografi cihazları içindeki kontakt lens uygulama modülleri, kapak aralığı, kapak yapısı ve sıklığı, kırpma alışkanlıkları, gözyaşı stabilitesi gibi önemli değişkenleri gözönüne almaz, bu nedenle pratikte yaygın kullanım alanı bulamamışlardır.

Kontakt lens uygulama programlarının etkin olarak kullanıldığı yeni bir indikasyon ‘ortokeratoloji’dir. Modern ortokeratoloji uygulanımında olgunun topografik haritası özel internet bağlantısı ile üretici firmaya gönderilebilmekte. Topografiye-özel hazırlanan ortokeratoloji lensleri uygulayıcıya gönderilmekte, topografide zaman içinde elde edilen değişikliklere göre lensler gerekirse aynı sistemle yenilenmekte ve miyopinin geçici düzeltilmesi için başarıyla uygulanabilmektedir.

Kornea topografisinin keratokonus olgularındaki önemi aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Subklinik keratokonus (keratokonus suspect/forme fruste keratokonus) saptanabilir.
- Konusun büyüklüğü, şekli, lokalizasyonu, eğimi, korneal aberrasyonla belirlenebilir, bu bulgulara göre keratokonus sınıflandırması yapılabilir.
- Keratokonus progresyonu takip edilebilir.
- Kontakt lense bağlı warpage'dan ayırıcı tanısı yapılabilir.
- Uygun kontakt lens seçimi yapılabilir.
- Keratokonusun keratoplasti veya Intacs ile tedavisi planlanabilir.

Yükseklik ölçen yeni topografi sistemlerinde, ön (ÖKE) ve arka kornea elevasyon (AKE) bilgilerinin, güvenilir pakimetri ölçümleri ile kombine değerlendirilmesi keratokonus tanısını kolaylaştırmaktadır.

Rabinowitz ve McDonnell'in TMS-1 topografi sistemi ile ilk kantitatif keratokonus kriterlerini tarif etmesinden sonra, birçok yazar, çeşitli topografi sistemleri üzerinde, keratometri değeri, inferior-superior güç asimetrisi, horizontal meridyene e ne göre eğik olan dik radial aksların ölçümü, apekten periferik güç değişim hızı, kornea kalınlık değişimi, ön/arka yüzey elevasyonunu kullanarak farklı algoritmalar tarif etmişler ve bu algoritmaların kullanımı ile keratokonus tanısının %99-100'e varan sensitivite ve spesifisite ile konulabileceğini bildirmişlerdir.

Yine, yeni topografi sistemleri ile, birtakım varsayımlar yapılarak ön ve arka korneal wavefront ölçümleri de alınabilmektedir. Keratokonus korneal wavefront, optik aberrasyonların ve vizüel performansın düzeltilmesi (custom kontakt lens), subklinik keratokonusun erken tanısı, hafif / orta / ciddi keratokonusun kantifikasyonu, keratokonus progresyonunun önceden tahmini için kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda, keratokonus korneal wavefront ölçümlerinde, yüksek seviyeli aberrasyonlarda, özellikle koma'da artış bildirilmiş, üstelik bu artışın keratokonuslu olgularda keratokonus şüphesi olan veya normal olgulara göre daha fazla olduğu öne sürülmüştür.(46)

Subklinik keratokonus, refraktif cerrahi taramalarında yaklaşık 2% - 5.5%, hatta yeni topografi cihazları ile 17% civarında görülen, ve retinoskopide makaslaşma veya herhangi bir keratokonus biomikroskopi bulgusu yokken, topografide inferior diklemne mevcudiyeti ile karakterize durumdur. Bu durumun kesin tanısı ve

desantralize apekten veya warpage'dan ayırımı pakimetri haritaları, ön/arka elevasyon haritaları, kompüterize algoritmalar/ indekslerin kullanımı ve progresyon takibi kornea topografisi ile mümkündür.

Dolayısıyla, keratokonusun tanı, ayırıcı tanı, takip ve tedavisinde kornea topografisi bir gerekliliktir. Günümüzde göreceli olarak yeni geliştirilmiş olan kesit-tarayıcı ve Scheimpflug sistemleri ile, eğim, ön ve arka elevasyon, pakimetri haritalarının incelenmesi ve yeni tanısal algoritmaların, hatta wavefront ölçümlerinin kullanılması ve bu bilgilerin aile öyküsü ve biomikroskopi, retinoskopi bilgileri ile birleştirilmesiyle keratokonus ve subklinik keratokonus tanısı çok kolaylaşmıştır.

Pellucid marjinal dejenerasyonun (PMD), keratokonustan ayırıcı tanısı yalnız kornea topografisi ile yapılabilir. Bu durumda, limbusa yakın korneal incelmeye eşik eden yüksek simetrik veya asimetrik kurala-aykırı astigmatizmanın topografik görünümü tipiktir (kelebek/tembel-C görünümü). Kantitatif indeksler ise keratokonustan ayrılmasında yetersiz kalır.(49)

Keratokonus veya PMD olgularında topografi ile konus lokalizasyonu ve boyutlarının ölçümü, penetran keratoplasti sırasında grefon çapı ve yerleşiminin tayin edilmesinde önemlidir.

Lamellar veya penetran keratoplasti sonrası astigmatizma kontrolü için sütür ayarlanması, selektif sütür alınması veya wedge rezeksiyon / arkuat keratotomi / konduktif keratoplasti / Lasik planlaması için bilgisayarlı topografi ölçümlerinden faydalanılır.

Penetran keratoplasti sonrası kontakt lens uygulamasında da topografi gereklidir.

Kornea topografisi, refraktif cerrahi için hasta seçimi için 'olmazsa olmaz'lerden biridir. Subklinik keratokonuslu olguların ayırımı ancak bu şekilde mümkündür.(52)

Kornea topografisi, astigmatik keratotomi veya limbal arkuat insizyon lokalizasyonunda; kornea kalınlığı ve refraksiyon kusurunun derecesine göre Lasek veya Lasik yönteminin tercih edilmesinde; desantralize ablasyon veya düzensiz astigmatizma nedeniyle tekrar cerrahi uygulanacak olgularda laser işleminin topografiye uyumlu yapılabilmesi için, az veya fazla düzeltme yapılmış olgularda ikinci bir refraktif cerrahi girişim planlanmasında ve keratokonusta Intacs uygulamasının planlanmasında gereklidir.(37)

Korneal refraktif cerrahi sonrası gelişmiş kornea ektazilerinin de gerek tanısı gerek takibi, gerekse kontakt lensler veya Intacs ile tedavisinde kornea topografisi bir gerekliliktir. Günümüzde direkt ön ve arka kornea yüksekliğini ve dolayısıyla kornea kalınlığını ölçen yeni topografi sistemleri bu anlamda çok faydalıdır.(36)

Fotorefraktif keratektomi sonrası kornea topografisi 'santral adacık' varlığının tesbitinde de önemlidir. Genellikle eski tip, geniş-spot çaplı lazer sistemleri ile görülen, ameliyat sonrası ilk 3 ay içinde kaybolan bu adacıklar, 1.5 mm'den daha geniş çaplı, 1.5 D'den fazla santral topografik yüksekliklerdir ve yetersiz refraktif düzeltme ile görüntü kalitesinde degradedasyona neden olurlar.

Kornea refraktif cerrahisi sonrasında da kontakt lensler anizometri, ametropi ve düzenli ve/veya düzensiz astigmatizmanın düzeltilmesi için kullanılmaktadır. Bu durumda da kornea topografik ölçümleri ilk deneme lensi seçiminde yardımcı olacaktır.

KERATOMETRE

Keratometre, anterior korneanın diyoptrik gücünün yanısıra kornea yüzeyinin kalitesini değerlendirmemizi sağlar. Keratometrik mirler merkezi 3.0-3.5 mm'lik alandan yansır ve dolayısıyla korneanın bütününün kırıcılığını temsil etmez. Bu yüzden son yıllarda korneanın tamamının kırıcılığını bize gösterebilen bilgisayarlı kornea topografisi sıklıkla keratometre yerine kullanılmaktadır.(53)

İlk kez Helmholtz merkezi insan korneasının optiğinin, sferosilendirik bir lensin optiğine benzediğini öne sürmüştür. Kornea ön yüzeyi hedefin sanal görüntüsünü yansıtan konveks bir aynadır. Eliptik imajın uzun eksenini korneanın düz kısmınca oluşturulur. Bu varsayımlardan da anlamaktayız ki, sferosilendirik optikten uzaklaşmış kornealarda, örneğin keratokonus ve refraktif cerrahi geçirmiş gözlerde keratometre klinik değerlendirmede çok faydalı sonuçlar vermez.(55)

Keratometrelerin 2 temel tipi vardır: Schiötz ve Helmholtz. Ölçüm sonuçları kurvatür yarıçapı (mm) ve kırma gücü (D) olarak skaladan okunur. Keratometre sadece korneanın ön yüzünü ölçer; ancak korneanın ön ve arka yüzünden kaynaklanan kombine refraktif kornea gücünü hesaplamak üzere, refraksiyon indeksini 1.376 yerine 1.3375 olarak varsayar.

Merkezi korneanın ortalama kurvatür yarıçapı 7.8 mm (6.7-9.4) mm'dir. Dolayısıyla kornea normal insan gözünün toplam 58.60 D'lik kırma gücünün %74'üne

43.25 D ile iştirak eder. Kornea astigmatizmanın da temel kaynağıdır. Total kornea gücünün çoğunluğu hava-gözyaşı interfazında gerçekleşir. Refraksiyonun az bir bölümü gözyaşı-kornea ve birazı da kornea-aköz interfazında gerçekleşir.(53)

Ölçümler sırasında mirler tam üst üste geliyorsa astigmatizma “düzenli” olarak değerlendirilir. Keratokonusda ise mirler tam üst üste gelmez ve astigmatizma “düzensiz” olarak nitelendirilir. Keratometrik mirleri düzensizleştiren diğer faktörler arasında kuru göz, göz damlaları ve tonometri yer alır. Mirler düzenli ise kornea bakımından beklenen görme 1.0 seviyesindedir. Mirler hafifçe düzensizse 1.0-0.5 seviyesinde, orta derecede düzensizse 0.5-0.3 seviyesinde, ciddi derecede düzensizse 0.3-0.1 seviyesinde görme keskinliği beklenir. Keratokonuslu gözlerde, hasta düz bakarken ve aşağı bakarken K değerleri ölçülür. Aşağı bakarken vertikal mirler küçüleceği için, birbirlerinden ayrılırlar.

Korneadaki dikleşme 52 D'den fazla olduğunda keratometrenin önüne +1.25 D'lik deneme lensi konur ve yeni ölçümler alınarak, bu ölçüme 9 D eklenir. Örneğin keratometre önünde +1.25 D varken +49 D ölçülürse, bu ölçüm üzerine 9 D eklenerek sonuç 58 D olarak ekstrapole edilir. Keratometre ölçümleri 36 D'nin altında olduğunda ise -1.00 D lens keratometre önüne konur ve bu defa ölçümden -6.00 D çıkarılır. Örneğin, 38 D ölçüldüyse bu ölçüm 32 D olarak değerlendirilir.

PAKİMETRİ

Pakimetri kornea kalınlığının ölçümüdür. Korneanın en ince yeri genellikle kornea merkezinin 1.5 mm temporalidir. 303 normal kornea ile gerçekleştirilen bir çalışmada, kornea kalınlıkları 410 mikron ile 625 mikron arasında değişmektedir. Ortalama merkezi kornea kalınlığı (merkezi 4 mm'lik optik zon) 515 mikrom olarak bulunmuştur. Parasentral bölgede (4-9 mm'lik optik zon) kalınlık inferiorda 522 mikron, superiorda 574 mikrondur. Periferik bölgede (9 mm'lik optik zonun dışı) ise kalınlık inferiorda 633 mikron, superiorda 673 mikrondur. Rapuano ve arkadaşlarının çalışmasında sağ ve sol göz arasında, kadınlar ve erkekler arasında, günün saatleri arasında veya yılın ayları arasında ve sistemik ilaç kullanımına bağlı kornea kalınlık değişimi bulunmamıştır. (58) Mutlak merkezi kornea kalınlığı değeri kişiden kişiye değişken ama hala normal olabileceğinden merkezi, parasentral ve periferik kalınlıkların birbirine göre oranları önemlidir. Örnek olarak, merkezi kornea kalınlığı parasentral kornea kalınlığına göre daha fazla olan bir hastada, merkezi endotel disfonksiyonu ya da midperiferde incelme düşünülmelidir.

Kornea pakimetrisi şu hastalık gruplarında özellikle değerli bir tanı ve takip aracıdır:

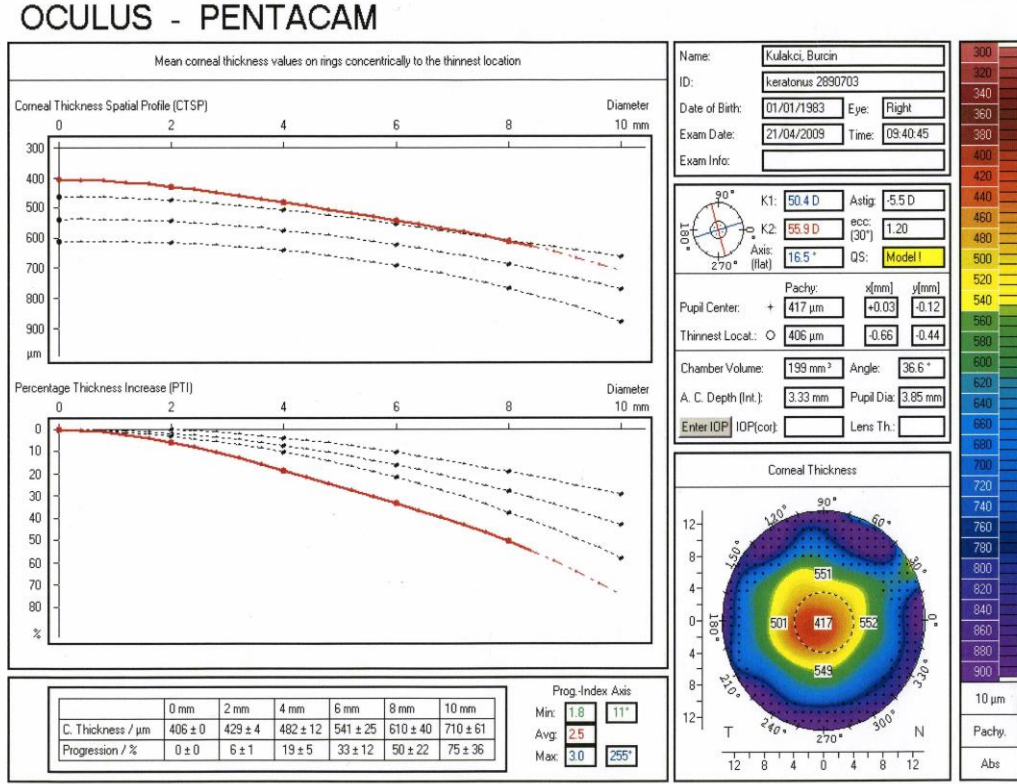
1. Korneayı incelten hastalıklar: Keratokonus, pellusid marjinal dejenerasyonu, vb.
2. Korneayı kalınlaştıran hastalıklar: Endotel disfonksiyonuna yolaçan Fuchs endotel ditrofisi, psödotakik büllöz keratopati, vb.
3. Kornea greftinin sağlığını değerlendirmek
4. Herpetik diskiform keratitte stroma ödeminin derecesini monitorize etmek
5. Kontakt lenslerin kornea ödemi ve hipoksi üzerine etkilerinin günlük kullanım, uzun süreli kullanım ve terapötik kullanımda değerlendirilmesi

Biyomikroskopi muayenesinde %4-8 civarında kornea ödemi olduğunda strialar izlenir, katlantılar %11-12 şişmede ve saydamlık kaybı %20'den fazla ödem olduğunda gelişir. Genel olarak, 600 mikromun üstündeki kornea kalınlığı, kornea ödemini düşündürür. Oküler hipertansiyon tedavisi çalışma grubu, ince kornealı hastaların kalın kornealılara göre glokomatöz hasar geliştirme yönünden daha büyük risk altında olduklarını bildirmiştir.(56)

Kornea kalınlığının ölçümü ilk kez 1951'de Maurice ve Giardini tarafından optik biyomikroskopik pakimetri ile gerçekleştirilmiştir. Günümüzde ultrasonik pakimetri, speküler mikroskopi, konfokal mikroskopi, optik koherans tomografi, yüksek-frekanslı ultrason dijital sinyal işleme, lazer Doppler interferometri, Orbscan ve Pentacam ile kornea kalınlığını ölçebilmekteyiz.(Resim 4) Genel olarak Orbscan II ile merkezi kalınlık ölçümleri, ultrasonik ölçümlerden daha düşük çıkar. Ancak Orbscan II'nin ince korneaları olduğundan daha kalın, kalın korneaları ise daha ince ölçme eğilimi söz konusudur. Orbscan'ın avantajı kalınlığı harita şeklinde vermesi ve temassız ölçüm yapmasıdır. Pentacam ise ultrasonik pakimetriye göre korneayı hafifçe ama sistematik olarak düşük (7 mikron kadar) ölçer.(57)

Ultrasonik pakimetre, kornea kalınlık ölçüm araçları arasında altın standarttır. 1980 yılında Kremer tarafından gerçekleştirilmiştir. Kullanım kolaylığı, taşınabilirliği, doğruluğu ve tekrarlanabilirliği ultrasonik pakimetrisinin avantajlarıdır. Ultrasonik pakimetride, tekrar tekrar ölçüm yapmak, korneanın kuruması, hasta pozisyonu ve korneayı işaretlemenin ölçümleri etkilediği bildirilmiştir. Aynı kornea noktasından yapılan ölçümler arasındaki değişkenlik < %1.5 olarak bulunmuştur. Bu değişkenlik

her ölçümden sonra göz kırpılırsa daha az bulunmuştur (<%1). Üç saat yattıktan sonra kalınlık %2.21 artar. Korneanın işaretlenmesi ise kalınlığın %2.7 daha düşük ölçülmesine yol açar.



Resim 4.

KERATOKONUS'UN TANISINDA, SINIFLAMASINDA VE TAKİBİNDE TOPOGRAFİK ALGORİTMALAR

Keratokonusun tanısında kullanılabilecek, farklı parametrelere göre geliştirilmiş, topografik analiz yöntemleridir.

Pflugfelder ve ark.[Orbscan]

* Corneal Thickness Index (CTI): Santral ve periferik kronea kalınlıklarını mukayese eder.

CTI $\geq$ 1.16 $\Rightarrow$ Keratokonus. %91 sensitivite, %99 spesifite.

* Discriminant Function (DFI): Kornea kalınlığı ile santral keratometri değerlerini karşılaştırır.

DFI $\leq$ -0.6 $\Rightarrow$ Keratokonus. %96 senitivite, %99 spesifite.

Bu iki indeks özellikle kontakt lense bağı kornea incelmesini keratokonusa bağı lı incelmeden ayırmakta önemlidir.(63)

Rabinowitz - McDonnell Index (TMS-1)

- * Sim K (Santral ortalama kırıcılık) > 47,2 D.
 - * IS Değeri (Inferior - superior diyoptrik asimetri değeri) > 1.4 D
 - * İki göz arası ortalama kırıcılık farkı > 1D
- Bu üç parametre keratokonusa işaret etmektedir. (66)

Rabinowitz YS ve ark. (TMS-1)

* SRAX (Skew of Steepest Radial Axes): Kalitatif bir indekstir. (Horizontal meridyenin üzerindeki ve altındaki en dik radyal eksenler arasındaki açının 150 dereceden küçük olması). Keratokonusta düzensiz astigmatizmanın göstergesidir.(67)

Rabinowitz and Rasheed (TMS-1)

* KISA % İNDEKS: 4 indeksten elde edilen bir algoritma. Keratokonus tanısında çok önemli.

K değeri: Santral kornea kırıcılığı

I - S değeri: Alt - üst diyoptrik asimetri

AST (Sim K1 - Sim K2) değeri: Reguler astigmatizma göstergesi

SRAX: İrregüler asitigmatizma göstergesi.

$$(K) \times (I-S) \times AST \times (SRAX) \times 100$$

$$KISA\% = \frac{\quad}{300}$$

300

60% < KISA% < 100% ⇒ Keratokonus suspect

KISA% > 100% ⇒ Keratokonus

Kantitatif algoritmalar olan I-S değerinde ve KISA% (keratokonus percentage index) değerlerindeki artış keratokonus gelişmesi veya ilerlemesinin göstergeleri.

Kalitatif bir algoritma olan asimetrik papyon / SRAX oranındaki artış da yine keratokonus gelişmesinin lehine.(68.69)

Maeda ve Klyce (TMS-1).

* KPI (Keratokonus Prediction Index): 8 kantitatif videokeratografik indeksten elde edilir.

$$KPI > 0,23 \Rightarrow \text{Keratokonus göstergesi} \quad (70)$$

Smolek ve Klyce (TMS-1)

Keratokonus tanısında diğer topografik tanı analizi sistemi tanımlamışlar.

Özellikle keratokonus, şüpheli keratokonus ve keratokonus benzeri vakaların tanımında kullanmışlar. Keratokonus var mı, varsa hangi derecededir? (71).

Literatürde farklı yazarların farklı kompüterize videokeratografi cihazları ile yapılmış çeşitli diğer tanı analizleri de mevcut ve bu konudaki araştırmalar gelişen daha donanımlı cihazlarla geliştirilmektedir.

2002 yılında yayınlanan çalışmalarda Orbscan II Topografik sistemiyle korneanın elevasyon haritalarına göre tanı analizleri anlatılmaktadır. Bu çalışmalarda esas alınan ve değerlendirilen korneal elevasyon haritalarıdır (72.73)

Yine 2000 yılında yayınlanan bir çalışmada keratokonusta oluşan korneal değişiklikler sadece anterior kurvatürü değil aynı zamanda posterior korneal kurvatürü de etkilemektedir ve bu değişiklikler hastalığın erken dönemlerinden itibaren ortaya çıkmaktadır. İşte korneal elevasyon haritaları bu değişiklikleri en güzel şekilde dokümanete ettiğinden keratokonusta tanı değerleri önem taşır.(74)

Keratokonusun ayırıcı tanısında akla gelen ve topografide de benzer özellikler gösterebilen;

- Kontakt lense bağlı warpage
- Pellucid marjinal dejenerasyon gibi hastalıklarda, yukarda anlatılan algoritmaların uygulanması keratokonus tanısı konulması yönünde çok önemli yardımcı metodlardır.

KERATOKONUS SINIFLANDIRMASI

Keratokonus'te farklı kriterlere göre değişik sınıflandırmalar mevcuttur.

MORFOLOJİK SINIFLAMA: Koninin büyüklüğüne ve lokalizasyonuna göre yapılmıştır.

- Nipple (Yuvarlak) Kon: 5 mm'den küçük, santral veya parasantral yerleşimlidir.

İnferonazale kayabilir.

- Oval (Sarkan tip) Kon: 5-6 mm büyüklüğünde, elipsoittir. İnferotemporal yerleşimlidir.

- Globus Kon: 6 mm'den büyüktür. Korneanın %75'inden fazlasını kapsar.

KERATOMETRİK SINIFLAMA:

- Hafif: Keratometrik değer < 48 D

- Orta: 48 D < Keratometrik değer < 54 D

- İleri: Keratometrik değer > 54 D

Timothy T. Mc Mahon ve arkadaşları keratokonusun derecesini gösteren bir sınıflama yayınladılar; KSS; Keratoconus Severity Score. Bu sınıflamada değerlendirme, ikisi topografik analiz parametresi olmak üzere 4 parametreye göre yapılmış.

- Biyomikroskopi

- Topografi haritası

- ACP (Average corneal power- kornea kırıcılığı)

- HORMSE (Higher order first corneal surface wavefront root mean square [RMS] error)

KERATOKONUS SINIFLANDIRMASI

(Keratoconus Severity Score)

0 Normal topografi

- Korneal skar yok

- Biyomikroskopi bulgusu yok

- Tipik aksiyel patern

- ACP < 47,75 D

- High - order RMS error ≤ 0.65

1 Atipik topografi

- Korneal skar yok

- Biyomikroskopi bulgusu yok

- Atipik aksiyel patern

* İrregular

* Asimetrik superior papyon

* Asimetrik inferior papyon

* Ortalama kornea kırıcılığına göre (ACP), 3D'den düşük inferior veya superior dikleşme

- ACP $\leq 48,00$ D
- Higher - order RMS error $\leq 1,00$

2 Şüpheli Topografi

- Korneal skar yok
- Biyomikroskopi bulgusu yok
- Axial patern'de izole dikleşme alanı

- * Inferior steep patern
- * Superior steep patern
- * Santral steep patern

- ACP $< 49,00$ D

veya

- Higher order RMS error $> 1,00, \leq 1,50$

3 Hafif Keratokonus

- Aksiyel patern keratokonusla uyumlu
- Biyomikroskopi bulguları olabilir.
- Korneal skar yok
- ACP $\leq 52,00$ D

veya

- Higher-order RMS error $> 1,50, \leq 3.50$

4 Orta dereceli Keratokonus

- Aksiyel patern keratokonusla uyumlu
- Biyomikroskopi bulguları mutlaka vardır
- ACP $> 52,00$ D, $< 56,00$ D

veya

- Higher order RMS error $> 3,50, \leq 5,75$

veya

- Korneal skar (CLEK sınıflamasına göre) 0-3 derece

5 Ciddi Keratokonus

- Aksiyel patern keratokonusle uyumlu
- Biyomikroskopi bulguları mutlaka vardır
- ACP $> 56,00$ D

veya

- Higher order RMS error $> 5,75$

veya

- Korneal skar (CLEK sınıflamasına göre) 3.5 veya üzerinde

Keratokonus konusunda yaygın olarak kabul gören diğer bir sınıflama; **Amsler Inımeich** sınıflamasıdır. Bu sınıflamaya göre;

EVRE I

- Eksentrik dikleşme
- Miyopi ve/veya $<5D$ indüklenmiş astigmatizma
- Ortalama santral K değeri < 48.00

EVRE II

- Miyopi ve/veya $5.00 D - 8.00 D$ İndüklenmiş astigmatizma
- Ortalama santral K değeri $< 53.00 D$
- Korneal skar yok
- İnce kornea kalınlığı $> 400 \mu m$

EVRE III

- Miyopi ve/veya $8.00 D - 10.00 D$ indüklenmiş astigmatizma
- Ortalama santral K değeri $> 53.00 D$
- Korneal skar yok
- En ince kornea kalınlığı $300 \mu m - 400 \mu m$

EVRE IV

- Refraksiyon ölçülemiyor
- Ortalama santral K değeri $> 55.00 D$
- Santral korneal skar +
- En ince kornea kalınlığı $200 \mu m$

Alio JL ve Shabayek MH 2006 Refractive Surgery’de yayınladıkları çalışmada, keratokonus sınıflamasında korneal aberasyonların da dikkate alınması gerektiğini, özellikle virgül şeklindeki (coma – like) aberasyonların keratokonusta önemli olduğunu vurgulamışlar. Videokeratoskop görüntülerinin değerlendirilmesinde korneal map analiz sistemini ve Zernike polinomiallerini kullanmışlar.(77.78)

Zernike polinomialleri kornea yüzeyinin değerlendirilmesinde kullanılan matematiksel bir ifade sistemi; videokeratoskopla elde edilen korneal datanın, matematiksel terimlerle fonksiyonel bir reprezentasyonudur.

Alio - Shabayek sınıflaması, Amsler - Krumeich Sınıflamasının bir modifikasyonu; korneal aberasyonların da ilave edildiği formudur.

ALİO - SHABAYEK SINIFLAMASI

EVRE I

- Ortalama santral k değeri < 48.00 D
- Koma aberasyonu RMS: 1.50 - 2.50 µm
- Korneal skar yok

EVRE II

- Ortalama santral K değeri > 48.00 D ve < 53.00 D
- Koma aberasyonu RMS > 2.50 µm ve < 3.50 µm
- Korneal skar yok
- En ince kornea kalınlığı > 400 µm

EVRE III

- Ortalama santral K değeri > 53.00 D ve < 55.00 D
- Koma aberasyonu RMS > 3.50 µm ve < 4.50 µm
- Korneal skar yok
- En ince kornea kalınlığı 300 µm - 400 µm

EVRE IV

- Ortalama santral K değeri > 55.00 D
- Koma aberasyonu RMS > 4.50 µm
- Santral korneal skar +
- En ince kornea kalınlığı 200 µm

Sonuç olarak; tüm bu detaylı tanı analizlerine ve sınıflama kriterlerine rağmen günümüzde hala daha şüpheli keratokonus tanısında gözden kaçan vakalar olabilmektedir, altın standarda ulaşıldığını söylemek mümkün değildir.

KERATOKONUS: CERRAHİ ENDİKASYONU VE UYGULAMA TEKNİKLERİ

Günümüzde yayınlanmış en geniş prospektif çalışmada, keratokonus nedeni ile kontakt lens kutlanan hastaların %12'sinin zaman içerisinde bir ya da iki gözlerinden penetran keratoplastiye gittiği gösterilmiştir.(80) Keratoplastiye gidiş nedenleri arasında genç yaş, dik kornea, görme keskinliğinin kötü olması, korneada skar oluşumu, kontak lens konforunun kötü olması gibi faktörler ön plana

çıkılmaktadır. Penetran keratoplasti sonrası greft rejeksiyonu, irregüler ve yüksek astigmatizma ve buna bağlı görme azlığı gibi sorunlar değerlendirildiğinde penetran keratoplastiye alternatif daha az riskli yöntemlerin bulunması için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Son yıllarda bu amaçla lameller keratoplasti teknikleri göz içine girilmemesi ve endotel rejeksiyonundan muhaf olması gibi nedenlerle ilgi odağı haline gelmiştir. Bu tekniklerden biri olan Otomatik lameller terapötik keratoplasti (ALTK) (81) tekniğinde refraktif cerrahide kullandığımız mekanik keratomlar ile keratokonuslu gözden 200 mikron kalınlığında lameller doku rezeksiyonu yapılarak hazırlanan alıcı yatağa donör korneanın yapay ön kamera sistemine yerleştirilmesi ve 350 mikron kalınlığında mikrokeratom kafası kullanılarak elde edilen kalın lameller greft konularak sütüre edilmektedir. Bu yöntemde lameller kesiler mikrokeratom yardımı ile yapıldığı için düzgün bir kesi yüzeyi elde edilmekte ve kornea periferine çok sayıda sütür ile tutturulduğu için sütür yolları boyunca oluşan korneal skar nedeni ile güçlü bir periferik yapışma elde edilmektedir. Bu teknik ile oluşturulan ara yüzey çok düzgündür ve ancak çok dikkatli bir muayene ile ayırt edilebilir.

Diğer yaygın kullanılan lameller cerrahi tekniği Derin Anterior Lameller Keratoplasti (DALK) tekniğidir. Anwar(82) tarafından tanımlanan bu teknikte lameller cerrahide en büyük sorun olan ara yüzeyi ortadan kaldırmak için descemet membranına kadar inmek amaçlanmıştır. Anwar bu amaçla 400 mikronluk periferik trepanasyon sonrası derin stroma hava enjeksiyonu yaparak posterior stroma ile descemet arasında hava aracılığı ile bir deseksiyon planı oluşturmuştur. Daha sonra ön stroma yarım ay bıçaklar ile disseke edilerek büyük kabarcık olan alana bıçak ile girilmiş ve posterior stroma alıcı yataktan uzaklaştırılmıştır. Anwar bu teknikte hazırladığı donör korneanın endotelini soyarak alıcı yatağa sütüre etmiştir. Yöntem kornea endotelini yerinde bırakması ve lameller ara yüzey olmaması nedeni ile teorik olarak penetran cerrahi tekniklerine üstün görünmektedir.

Keratokonus tedavisinde refraktif cerrahiden uyarlanan diğer bir teknik kornea içi halka segmentleridir (INTACS). INTACS ark şeklinde polimetil metakrilattan yapılmış ve korneayı düzleştirmek için dizayn edilmiş halkalardır. INTACS ilk olarak 1-3 dioptri arasındaki miyopik refraksiyon kusurlarının tedavisi için FDA onayı almış ancak daha sonra ilk kez Colin tarafından keratokonus tedavisinde kullanılmıştır. Colin 2001 yılında ilk 10 vakasının sunuşlarını yayınlamış ve keratokonuslu hastalarda görme artışı sağladığını göstermiştir.(83) Avrupa'da 250, 300, 350, 400 ve 450 mikron kalınlıklarda segmentler kullanılmaktadır. Rakip bir halka Ferrara adı ile

Üretilmiş ve günümüzde her ikisi de kullanılmaktadır. INTACS da optik zon çapı 7 mm iken Ferrara halkasında optik zon çapı 4.5 ile 5 mm arasında değişmektedir. Bu alanda yayınlanan çalışmaların çoğu INTACS halkalarının hafif ve orta derece keratokonuslu, korneası saydam ve santral kornea kalınlığı 400 mikron üzerinde olan kontak lens intolerası gösteren hastalarda etkin olduğunu göstermektedir. INTACS görsel rehabilitasyon için penetran ve lameller kornea cerrahilerine bir alternatif olarak gösterilebilir. Uygulama için korneanın üst limiti 55 ile 57 D arasında değişir. Bu limitin üzerinde genellikle etki elde edilememektedir. Kornea merkezinde skar olmamalı ve kornea kalınlığı halkanın yerleştirileceği insizyon bölgesi üzerinde en az 450 mikron olmalıdır. Cerrahi teknik olarak 2 yöntem kullanılır.

Mekanik diseksiyon yönteminde santral ve periferik kornea kalınlığı ultrasonik pakimetri ile ölçülerek santral korneaya işaret konur. İnsizyon, bu bölgedeki kornea kalınlığının %70'i derinlikte mikrometrik elmas bıçak ile oluşturularak 600 ile 667 Mbar arası vakum uygulanır. Daha sonra mekanik glide yardımı ile tüneller açılarak INTACS segmentleri yerleştirilir ve kesi bölgesi kullanılan halka kalınlığı 300 mikron üzeri ise sütüre edilir.

Diğer yöntem Femtosecond laser ile INTACS segmentlerinin yerleştirilmesidir. Bu yöntemde pupilla merkezi işaretlenerek, istenen tünel derinliği ve insizyon lokasyonu gibi bilgiler laser programına girilir. Daha sonra vakum halkası ve düzleştirme konu uygulanarak 60 khz lik cihazlarla 7-8 sn gibi kısa bir sürede hem tünel hem insizyon bölgesi istenen derinlik ve lokasyonda açılmış olur. Tnel ha-zırlanmasında femtosecond laser kullanımı INTACS implantasyonunun başarisının artmasına ve komplikasyonlarının azalmasına neden olmuştur.(Resim 5)



Resim 5. Ferrara ring implante edilmiş keratokonuslu olėu

Keratokonus tedavisinde diğer bir yöntem son yıllarda bu hastalığı durdurma ve tedavi etmek amacı ile uygulanmaya başlanan UV Kollajen apraz bağlantı yöntemidir. Bu yöntem biyomhendislikte ve polimer endüstrisinde materyalleri sert-

leştirmek için kullanılmaktadır. Korneada, yöntem 370 nm dalga boyunda UVA ışığı ve fotosensitize edici madde olarak riboflavini kullanır. UVA ile fotosensitif madde reaktif oksijen türlerine ve daha az oranda süperoksid anyon radikallerine dönüşür. Reaktif oksijen türleri kollajen fibrillerin amino gruplarının kovalen bağlarla birbirine bağlanmasını sağlar (Tip II fotokimyasal reaksiyon). Klinik olarak yöntemin uygulanması için korneada 7 mm çaplı epitel debridmanı yapılarak 30 dakika boyunca her 3 dakikada bir %0.1 riboflavin solüsyonu uygulanır. Daha sonra 30 dakika süre ile UVA uygulanır.(Resim 6) Kollajen çapraz bağlantı yöntemi ile ilk çalışma Wollensak tarafından uygulandı. 22 hastanın 3 yıl süre ile takip edildiği bu çalışmada keratokonusun ilerlemesinin bütün gözlerde durduğu ve 16 hastada 2 dioptri kadar düzleşme sağlandığı gösterildi. (84)



Resim 6. Keratokonuslu bir olguya UV uygulaması

KERATOKONUS CERRAHİ Dİşİ TEDAVİ SEÇENEKLERİ

I-Gözlük ile düzeltme

Miyopi ve hafif astigmatizma pubertede sık olarak geliştiği için, erken devredeki keratokonuslu pek çok hasta, hastalık belirtileri aşikâr hale gelmeden önce gözlük takmaya başlar. Bu erken devrede gözlük ile düzeltme yeterli görme keskinliği sağlar.

Gözlük, keratokonusun forme-fruste olgularında da başarıyla kullanılabilir. Bazen hiç düzeltme yapılmadan da görme derecesi iyi olabilir.

Gözlük Takılmasını Sınırlayan Durumlar

Yüksek miktarda kornea torisitesi ve meydana gelen refraktif astigmatizma, günlük, ya da haftadan haftaya değişebilen kırılma kusuru, düzeltilemeyen düzensiz astigmatizma nedeniyle yetersiz görme keskinliği, hastalığın asimetrik tabiatı sonucu olarak anizometropidir.

II- Kontakt lensler ile düzeltme

Kontakt lens kullanımının amacı, düzensiz astigmatizma ve optik özellikleri bozulmuş ektazik korneanın ön yüzeyini kaplayarak, düzenli sferik bir optik yüzeyin oluşmasını sağlamaktır. Kontakt lensler hastalığın ilerlemesini yavaşlatmaz ya da engellemez. Hastalık zaman zaman iyileşme sürecine girebilir.(85) Lens uygulaması genellikle bir deneme-yanılma olayıdır. Keratoplasti sonrası da rezidüel düzensiz astigmatizmayı düzeltmek için gerekebilir.

Koninin şekline göre keratokonus sınıflaması:

Nipple (yuvarlak): En sık olanıdır. Konüsün merkezi görme aksında olsa bil alt nazal kadrana kayar. Çap olarak sınırlıdır. Nadiren 65D'den fazladır. Küçük çap ve düz kurvatürden (radyustan) biraz daha düz kontakt lens uygulanır. Kontakt lens uygulamasında prognozu en iyi olanıdır.

Oval (sarkan tip): Geniş çaplıdır. Çoğunlukla aşağı temporale kaymıştı Ortalama keratometri değeri 68 D'dir. Hidropsa en yatkın olanıdır. Kontakt lens uygulaması daha güçtür. Büyük çaplı ve düz kurvatürden çok daha düz (10-20 D'den daha düz) kontakt lens uygulaması yapılır.(88)

Globus: Nadirdir, çapı en geniş olanıdır. Korneanın %75'i etkilenir. Uygulamanın en güç olanıdır.

Keratokonus hastalarında başarılı kontakt lens uygulamasını etkileyen faktörler:

Kornea fizyolojisini en az bozan, kornea topografisine uyum sağlayan lensler verilmelidir.

Kornea eğriliği ve topografinin rolü, koninin büyüklüğü ve şekli, korneanın inceliği, korneanın skarı, hastalığın ilerleme hızı ve derecesi, korneanın düzensizliği ve refraksiyon hatası, hastanın kontakt lens adayı olarak değerlendirilmesi

(konjonktiva, gözyaşı, kırpma vs.), uygulayıcının kendi deneyimi ve gözlemleri, kontakt lens toleransı...vs başarılı bir kontakt lens uygulamasını etkileyebilir.(90)

Başarıyı arttıran prensipler:

- Gaz geçirgen materyalin kullanılması daha dik uygulamaya olanak vererek keratokonusun ilerlemesine eşlik eden nedbeleşmeyi yavaşlatabilir veya önleyebilir.
- Sert gaz geçirgen lensler epiteli tehlikeye atmadan daha düz uygulanabilir.
- Dikkatli olarak her 3-6 ayda bir olan muayeneler ile oluşabilecek kornea değişimlerine göre kontakt lensler değiştirilmelidir.(91)

Kontakt lens tipleri

1) Sert gaz geçirgen kontakt lensler 2)Yumuşak kontakt lensler 3) Sert-yumuşak lens kombinasyonları 4) Sklera lensleri

1) Sert gaz geçirgen kontakt lensler

Sert Lens Uygulama Teknikleri:

- A- Üç noktadan temas (three-point-touch)
- B- Apikal açıklık (apical clearance-vault)
- C- Düz uygulama, apikal dayanma (apical bearing)

A-Üç noktadan temas:

En popüler ve sıklıkla tavsiye edilen klasik bir tekniktir. İki-üç mm çaplı merkezi temas alanı ve genellikle yatay meridyende kornea midperiferik bölgesinde diğer 2 temas alanı vardır. Bu üç temas alanı lensin ağırlığını korneaya dağıtır. Merkezi keratokonusu olan kornealar için bu lens tekniği iyidir. Apikal temas 2-3 mm'yi aşmamalıdır. Çünkü noktavi boyanma ve kornea erozyonu meydana gelebilir.

B- Apikal açıklık:

Kornea apeksine dokunmadığı için daha az travmaya neden olur. Apikal açıklıkta gözyaşı ve oksijenin rahat bir değişimi meydana gelir.

Başlangıç merkezi veya görme aksından hafifçe aşağıda olan koni apeksleri için tavsiye edilir.

Bu teknik küçük konilere daha iyi uygulanır. Sarkan oval veya globus gibi geniş koniler için pratik değildir. Floresein boyama ile; hafif apikal açıklık, hafif-orta derecede midperiferik bölge teması ve uygun bir periferik kenar boşluğu görülmelidir. Bu tekniğin dezavantajı: Apikal açıklık ile birlikte olan görme keskinliği azalmasıdır (gözyaşı göllenmesi ile).(97)

C- Apikal dayanma-geniş düz uygulanmış lensler

Bu lens tekniği, yeri değişmiş apeksler için faydalıdır. Keratokonus ilerledikçe kornea apeksi genellikle aşağı doğru yer değiştirir. Koninin dikliğine, büyüklüğüne veya yerleşimine göre olan küçük bir lens tasarımı burada pratik değildir. Apeks aşağıda olan bir korneaya uygulandığında, lens altta duracağı için her kırpmaya ile kayabilir.

Apikal dayanma-geniş düz lensler ile 3 noktadan temas tekniğine göre daha geniş (4 mm veya üzerinde) merkezi bir dokunma alanı meydana gelir. Bu nedenle gözyaşı değişimi olamaz ve merkezi erozyon veya skar olasılığı fazlalaşır. Apikal dayanma kabul edilmemesine rağmen, koni üzerinde lensin stabilizasyonuna oluşan iyi bir görme keskinliği, tolere edilebilen bir miktar temasla sağlanabilir.(95)

Kontakt Lens Uygulama İşlemleri

- Refraksiyon muayenesi (genç hastalarda özellikle siklopleji yaparak)
- Kornea topografisi: (Keratometrik değerleri, koninin pozisyonunu ve ektazi alanını saptamak için)
- İlk deneme lensinin seçilmesi
- 30 dakika sonra değerlendirme: (lens merkezileşmesi ve hareketi, floresein boyanma şekli ve görme keskinliği)
- Uygun lensin seçilmesi
- Hastaya lens takma işleminin ve takma sürelerinin öğretilmesi
- Hastanın takibi: 1 hafta, 1 ay 3 ay ve 6 ay sonra (lensin stabilitesi ve hareketlerinin, floresein boyanma şeklinin ve görme keskinliğinin muayenesi)

Refraksiyon ve Lens Gücü:

Dikkatli bir refraksiyon muayenesi şarttır. Keratokonuslu hastalarda en iyi düzeltilmiş görme keskinliği önceden bilinemez. Oblik aksların artışı ve yüksek silindirik değerler vardır.

Silendirik aksın dikkatlice düzeltilmesi ve aşırı negatif değerden kaçınmak gereklidir. En iyi refraksiyon değerini bulma yöntemi, hastaya deneme lensi taktırılarak yapılanıdır. Kontakt lens korneaya düz, pürüzsüz bir yüzey sağlar ve böylece ışık eşit olarak kornea yüzeyinde kırılır. Keratokonus hastalarındaki düzensiz astigmatizma ve çarpıklık nedeniyle gözlükle bu düzeltme gerçekleştirilemez. Kontakt lenslerle görme keskinliği 1/10'dan 6/10 hatta 8/10-10/10'a kadar çıkarılabilir.

En iyi uygulanmış diagnostik lens bulunduktan sonra, lens üzerinden refraksiyon muayenesi yapılır. Bu tip lenslerde refraksiyonun sonucu sadece sferik olmalıdır. Silindirik eklenmemelidir. Bulunan değer, deneme lensinin diyoptrisine eklenerek, siparişi verilecek olan kontakt lens saptanır. Eğer eklenecek değer ± 4.00 diyoptri üzerindeyse verteks tablosuna bakılarak düzenleme yapılmalıdır.

Gözlük refraksiyonu ve keratometri değeri kullanılarak keratokonus lensi için gerekli olan diyoptri saptanamaz. Hastanın lensi teslim edildikten sonra ve başarıyla kullanmaya başladıktan sonra eğer bir silindirik değer gerekirse, bu değer kontakt lens üzerinden gözlük camı olarak verilebilir.

Kornea topografisi

Kontakt lens uygulamalarında geliştirilmiş programlar ile lens seçimi yapılabilir. Topografinin diğer klinik önemi uygulama sonrası hastanın takibi içindir, buna göre lens değışikliğı yapılır.

Keratometri ölçümü

K değerleri deneme lensi seçiminde ve hastalığın ilerlemesini belgelemede yardımcıdır. Birçok keratometrik değer 36-52 diyoptri arasındadır. Eğer hastanın korneası standart cihaz için olan 52.00 D'den daha dik ise, her iki meridyende keratometri alanı genişletilir. Bunun için keratometrenin orta kısmındaki siyah metal bölüme yerleştirilen +1.25 D'lik sferik bir lens ile keratometri genişliğı 61 D'ye kadar arttırılabilir (test lensinin plano yüzü mirlere bakacak şekilde). Ölçüm okunduktan sonra gerçek diyoptri ve eğrilik yarıçapı değerini bulmak için +1.25 D'lik çevirim tablosuna bakılır.

İlk deneme lensinin seçilmesi

Lens deneme seti mutlaka bulunmalıdır. Deneme lensi uygulamasının hayati bir önemi vardır. Önceden bilinen doğru bir lens uygulama formülü yoktur. Hasta önceden kontakt lens kullanıyorsa kullandığı lensin Dk'sına göre gözünü dinlendirmedir. Eğer PMMA materyalinden yapılmış (Dk=0) lens kullanmış ise en az bir ay kadar gözünü dinlendirmelidir. Çünkü kornea topografisinin eski haline dönmesini beklemek gerekir. Bunun için de keratometri değerleri ve en iyisi video-keratografi ile durumu değerlendirilmelidir. Sabitleşen değerlerden ve haritalardan sonra yeni lens denenmelidir. Eğer hasta yüksek Dk'lı gaz geçirgen sert bir lens

kullanılmışsa (örneğin $Dk=90$) yaklaşık bir hafta kadar beklemek gerekir. Keratometri değerinin topografiden daha önce düzeldiği de dikkate alınmalıdır.

Başlangıç lens seçimi tam yapılamamasına rağmen koninin dikliğine ve tipine dayanarak biraz fikir sahibi olunabilir. Tek kesimli sert lenslerde başlangıç K değerlerine göre ilk denenecek lensin temel eğrisi, K değerinden daha düz olmalıdır. Daha sonra boyama yöntemiyle lens merkezde hafifçe 2-3 mm temas edinceye kadar lens denemesi yapılır.

Korneanın şekil değişiklikleri sabit hale gelinceye kadar, lens değişiklikleri yapılmalıdır. Her bir lens yaklaşık 20-30 dakika gözde tutulduktan sonra muayenesi tekrarlanmalıdır.

İlk lensten sonra hastaların haftalık takibi, başlangıç lensin koniyi giderek düzleştirmesinden dolayı önemlidir. Temas alanı arttığı ve konüs düzleştiği için daha düz temel eğrili bir lens denenmelidir.

Uygulayıcı, floresein boyamayı iyi değerlendirebilirse, başlangıç lens seçimi önemli olmayabilir. İdeal bir uygulamada hızlı hareketler ve desantralizasyon olmadan kırpmaya sırasında merkezileşme olmalıdır.

Lensin tüm çapı (diyametresi)

Uygun bir lens ve koni ilişkisi için, temel eğri seçimi kadar önemlidir. Keratokonuslu kornealarda uygulamadaki sagittal derinlik kavramı, lensin tüm çapını seçmek için anlaşılmalıdır.

Belirlenen bir temel eğri için, lensin tüm çapı ne kadar geniş olursa lens uygulaması da o kadar dik olur. Aksine tüm çap ne kadar küçük olursa sagittal derinlik de o kadar daha az olur.

Lensin tüm çapı çoğunlukla koninin şekliyle saptanır. Merkezi yuvarlak koniler için 8.5-9.0 mm'lik, oval koniler için genellikle 9.20-9.70 mm'lik çap gereklidir. Geniş çaplı lensler destek ve stabilite sağlar, küçük çaplı lensler ise hafif keratokonus şekillerinde ($<52D$) uygundur. Bu küçük lensler gözyaşı değişimini kolaylaştırır ve koniye uyması için daha dik uygulanır. Merkezi konilerde daha uygundur. Küçük lensler düz uygulandığı zaman stabilitesi bozulabilir. Koni periferik yerleşimliyse uygulama çok daha güçtür ve daha geniş, daha düz lens uygulaması gerektirir.

Küçük lensler daha çok Dk 'sı düşük sert lensler için kullanılmıştır. Zamanımızda rahatlık, kırpmayla birlikte stabilite ve merkezileşme için geniş çaplı, büyük optik zonlu gaz geçirgen sert lensler kullanılmaktadır.

Floresein boyanma şekli

İdeal keratokonus floresein boyanma şekli, uygulanan lens tasarımına göre saptanacaktır.

Uygulamayı analiz etmede floresein boyanma şekli iki bölgede değerlendirilir:

- Merkezi kısım (optik bölgedeki bütün alanı içerir)
- Çevresel kısım

Her bir kısım ayrı ayrı incelenmelidir. Yerleşim ve temas miktarı gözlenmelidir. Gittikçe dikleşen bir temel eğri korneaya uygulandığı zaman, floresein şeklinde lensten lense farkedilen bir değişiklik olmayabilir (lensler arası temel eğri değişikliği nisbeten küçükse). Eğer merkezi bir temas varsa, apikal bir açıklık arzu edildiği varsayılarak lens dikleştirilmelidir. Eğer periferik göllenme yoksa, periferik sistem düzleştirilmelidir. İyi bir uygulamada floresein boyama ile merkezi 2-3 mm'lik bir temas ve lens periferisine yakın ince bant şeklinde korneaya dokunma bölgesi olmalıdır. Üç noktada temas lensin kornea üzerindeki stabilitesini artırır ve lensin ağırlığının sadece apekse değil, diğer etkilediği taşıyıcı bölgelere de yayılmasına neden olur. Periferik bölgede lensin temas alanı ara eğrilik bölgesine uyar.

Lens altında herhangi bir hava kabarcığının bulunması, yeri, büyüklüğü ve sürekliliği açısından dikkate alınmalıdır. Merkezi bir hava kabarcığı lensin çok dik olduğunu, parasantral bir hava kabarcığı ise optik bölgenin çok geniş olduğunu gösterir. Lensin arka optik zon çapı, yaklaşık olarak arka optik zon eğrilik yarıçapına eşit olmalıdır. Dik lensteki küçük optik zonlar maalesef uygulamada ışık saçılması yapabilir. Keza merkezi boya göllenmesi ve çevrede çok az veya hiç floresein boyası görülmemesi, lensin yine dik olduğunu ve görmenin kötü olduğunu gösterir. Buna bağlı olarak lensin materyaline göre kornea ödemi, epitel bozukluğu ve lens altında birikmiş kalıntılar meydana gelir.

Deneme lensi bakımından korneanın dikleşme durumu saptanmalıdır. Genellikle apeks ne kadar aşağıda ise merkezileşmeyi sağlamak için lensin total çapı o kadar daha geniş olmalıdır. Aşağıda oturmuş bir lens, çok gevşek veya çok küçük olabilir. Geniş bir lens merkezileşme için gerekli olabilir. Korneada floresein ile boyanmış gözyaşının olmaması, dolayısıyla lensin o bölgede kornea tepesine dokunması demektir. Boya göllenmesi merkezden uzakta ve orta-periferik bölgede görülür. Bu tip düz kontakt lens uygulaması rahatsız edici olabilir. Koninin epiteli ülserlenebilir. Koninin üzerine bu şekilde basınç yapılması hastalığın ilerlemesini yavaşlatmaz.

Göze ışık tutularak lens olan diğer gözde ışık refleksi uyandırarak pupillayı küçültmekle görme artarsa, lensin optik bölgesinin fazla küçük olduğu anlaşılır. Total çapı daha büyük olan lensler uygulanır. Fakat bu büyük lensler daha sıkı olacağı için daha düz uygulanmalıdır. Arzu edilen boyanma tipi, lensin çok sıkı veya çok düz uygulanmamış olması ve kornea üzerine mümkün olduğu kadar eşit basınç yayılmasıdır. Deneme lensleri, değerlendirmeden önce en az 20-30 dakika gözde kalmalıdır. Keratokonuslu kornealar çok esnektir ve önceden düz lens takılması halinde, kornea kalıplanma derecesi barizleşir.

Sert kontakt lens uygulamasındaki tasarımlar:

• Sferik temel eğrili kontakt lensler • Çok eğrili sferik kontakt lensler • Asferik kontakt lensler • Duozone Tasarımı • CLEK Tasarımı

Sferik temel eğrili kontakt lensler

En sık kullanılmış lens tasarımı, tek sferik temel eğrili sert gaz geçirgen lenslerdir. Torna kesimli olabilir. Genellikle deneme yöntemiyle lens uygulanır. Kenar tasarımları keza uygulayıcının tecrübe ve hünere göre değiştirilebilir.

Uygun bir florese boyamasında; merkezi 2-3 mm'lik bir temas ve periferik bölgede korneaya değen ince bir hat olmalıdır. Üç noktadan korneaya temas ile lensin stabilitesi sağlanır. Başlangıcı K değerlerine göre seçilen ilk deneme lensinin temel eğrisi K değerinden daha düz olmalıdır. Daha sonra boyama ile merkezdeki 2-3 mm'lik temas alanı oluşturan kadar K değerinden daha düz bir lens denenir.

İlk lens denemesinden sonra haftalık hasta takibi önemlidir. Çünkü lens koniyi giderek düzleştirir. Bu nedenle temas alanı artarak koni düzleştiği için daha düz bir temel eğri denenir. Kornea değişiklikleri sabitleşinceye kadar lens değişikliği yapılır. Koninin düzleşmesine bağlı olarak ilk deneme lensinin üzerine 4-6 D'lik bir güç eklenebilir. Bazen de bu düzleşme olayında, güçte değişiklik olmadan lakrimal lensteki değişiklikler bunu kompanse edebilir.

Net-Lens ve Lensan firmalarının yerli olarak sferik keratokonus lens üretimleri vardır.

Net-Lens firmasının lenslerinde temel eğri: 5.50-8.80 mm (0.05 mm aralıkla)
Çap: 7-10.50 mm (0.10 mm aralıkla), Diyoptri: ± 30.00 D (0.25 D aralıkla) dır.

Materyal olarak değişik Dk'lı 6 adet sert gaz geçirgen lens türü mevcuttur (NL_{13,36,60,75,90,100}).

Lensan firmasının Dk:50 olan Costaperm gaz geçirgen ve PMMA materyalinden yapılmış, tüm temel eğrilik yarıçaplarında, ± 25.00 diyoptriye kadar lensleri mevcuttur.

Çok eğrili sferik kontakt lensler:

• Soper •McGuire •NiCone •Rose K •Dura T

Soper Lensi: iki eğrili bir lens tasarımıdır. Soper ve Jarrett tarafından geliştirilmiştir.

Koniye adapte olabilen 6 mm'lik çok dik bir optik kısım ve 45 D'lik (7.5 mm) 2 mm genişliğinde daha düz ikinci bir sabit eğrisi vardır. Bu kısım daha normal olan çevre korneaya oturur. Koninin orta, ileri, çok ileri olmasına göre 3 grup halinde lensleri mevcuttur.

Bu lenslerde hastanın sağ ve sol göz lensini karıştırmaması için sağ lens kenarında siyah nokta şeklinde bir işaret vardır.

McGuire Lensleri: 1978'de geliştirilmiştir. Dik bir merkezi eğrisine ek olarak periferik bölgede gittikçe düzleşen 4 adet sferik eğrilik sistemi içerir [3 D, 9 D, 17 D, 27 D]

NiCone Lens Tasarımı: 1986'da geliştirilmiştir.

Koninin bütün bölgelerine uyacak şekilde tasarlanmış üç ayrı temel eğrisi ve bir adet sabit 12.25mm'lik periferik eğrisi vardır. Merkezi olan arka temel eğri bizzat koninin üzerindedir. İkinci eğri apeks ve periferik kornea arasında yumuşak bir geçiş zonu oluşturur, lensin serbest hareketini sağlar. Üçüncü eğri periferik normal kornea üzerine dayanır.

Rose K Tasarımı:1995'de tasarlanmıştır. Standart lens çapı 8.70 mm'dir. Floresein ile boyanmada merkezde 2.0-4.0 mm'lik hafif bir temas olmalıdır. Lensin periferik kısmı asferik geometri biçimine uyacak şekilde tasarlanmış bir seri sferik eğriliklerden yapılmıştır. Temel eğrisi 5.10-7.60 mm arasında, 0.10 aralıklarla değişen deneme seti mevcuttur. İlk uygulamada, ortalama keratometri değerinden 0.2 mm daha dik bir temel eğri seçilmelidir. Temel eğri dikleştikçe, optik zonun çapı da azalır. Optik zon çapı 4.0-6.5 mm arasında değişir. Kenar yüksekliğine göre 3 ayrı seti vardır. Bu lensler Türkiye'de de bulunmaktadır.

Asferik Lensler

Asferik veya eliptik kontakt lensler 1970'de Yeni Zelandalı Gene Hirst tarafından tasarlanmıştır. 1980'li yıllarda Hecht ve Titmus Eurocon adlı iki Alman

firması, asferik gaz geçirgen sert lensleri imal etmişlerdir. 1984'de Lembach ve arkadaşları Amerika'da keratokonus için asferik silikon lensleri başarılı olarak kullanmışlardır. Asferik lensler düzensiz olan bu anormal kornealara daha iyi fiziksel uyum sağlanması için tasarlanmıştır.

Asferik temel eğrili lensler keratokonusta doğal bir uygulamayı gerçekleştirir. Normal korneanın optik merkezi periferik kısmından daha dik olan asferik bir şekle sahiptir. Keratokonustaki konik korneada bu durum çok daha fazlaşmış olduğu için asferik bir lens merkezde daha dik bir temel eğri ile uygulanabilir ve sferik temel eğrili bir lense göre daha az sagittal derinliğe sahiptir.

Asferik lenslerin merkezde en dik, periferik bölgeye doğru gittikçe düzleşen bir arka yüzeyi vardır. Sferik lenslerde optik zonda sabit bir temel eğri ve çevre kısımlarda farklı temel eğriler vardır. Asferik lensler ise merkezden periferik bölgeye doğru giderek düzleşir.

Ekzantrikliği veya "e-değeri" düzleşme oranını tayin eder ve temel eğriden bağımsızdır. Ortalama bir korneanın e-değeri yaklaşık 0,65'dir. Lensin e değeri azaldıkça, düzleşme derecesi azalır ve e değeri arttıkça düzleşme oranı artar.

Asferik lenslerde düşük ekzantrikliği olan tasarımlar ($e=0.4-0.6$) başlangıç keratokonus için, yüksek ekzantrikliği ($e=0.9-1.2$) olanlar ileri keratokonus için kullanılır.

Asferik lens uygulanmasında iyi bir merkezileşme olmalıdır, çünkü kötü merkezileşen lensler astigmatizme oluşturabilir ve görme keskinliği azalabilir. Floresein ile boyamada hafif bir merkezi temas görülmeli, periferik kısımlar boşluk göstermelidir ve lens hareketi göz ile görülebilir olmalıdır.

Asferik sert lensler, sferik lenslere göre çok daha dik uygulanabilir. Böylece periferik açıklık bozulmadan apikal temas önlenir. Bu uygulama tekniği;

1-Apikal teması azaltarak, 2-Periferik oturma zonunu özellikle saat 12'de azaltarak, 3-Lensin periferik sferik eğriliklerinin baskısını önleyerek, gözyaşı değişimini düzenleyebilir.

Yurdumuza ithal edilen Conflex-air™ 100UV (Carl-Zeiss Almanya) keratokonus lensleri flor-silikon-metakrilat kopolimer materyalinden (Dk-100) yapılmıştır. Aynı zamanda ultraviyole absorpsiyonu da mevcuttur. Arka yüzey temel eğrilik yarıçapı 5.50-7.50 mm (0.10 aralıkla), tüm çapı ise 8.80 ve 9.30 mm'dir. Arka yüzeyi merkezde sferik, periferik kısma doğru artan şekilde asferik hale gelir, 0.9 veya 1.4 yüksek lekzantriklidir. Arka verteks gücü ± 20 diyoptriye kadar 0.25

aralıklarla bulunur. Yurdumuzda yapılan bir çalışmada semptomların ve komplikasyonların bu lenslerle anlamlı olarak düşük olduğu ve iyi bir görme keskinliği sağladığı belirtilmiştir.

Uygulama, kontakt lensin apeks ve periferik kısmında eşit olarak basınç ye sadesine dayanır (3 noktada temas), böylece lens kenarında iyi bir gözyaşı değişimi olur. Geniş çaplı tasarım, geniş koniler veya bariz olarak yer değiştirmiş koniler için gerekli olabilir.

Aynı firmanın normal hastalar için üretilen Dk'sı 52 olan Conflex air lensleri hafif keratokonus olgularında uygulanabilir. Bunun da asferik arka yüzey geometrisi olup, ekzantrikliği 0,4'dür. Materyali flor-silikon-metakrilat kopolimerdir. Parametreleri: 9.30 mm'lik tüm çap için temel eğrilik yarıçapı: 7.20- 8.40 mm, 9.80'lik tüm çap için temel eğrilik yarıçapı: 7.30-8.50 mm (0.10 aralıkla) ve ± 20.00 D'ye kadar bulunmaktadır.

Ciba-Vision firmasının ithal ettiği Persecon eliptik keratokonus lenslerinin materyali (CAB) olup, Dk'sı 8'dir. Temel eğrilik yarıçapı 5.90/7.60 mm ve tüm çapı: 9.30 mm, temel eğrilik yarıçapı 6.00/7.70 mm ve tüm çapı: 9.80mm'dir, ± 25.00 D'ye kadar tasarlanmıştır.

CLEK Tasarımı (Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus)

Standardize edilmiş olan ve sagittal yüksekliğe dayanan bu tasarım Edrington ve arkadaşları tarafından 1996'da tarif edilmiştir. Deneme setindeki lensler polimetilmetakrilat (PMMA)'dan yapılmıştır ve 32 adet olup, üç eğimlidir.

8,60 mm çapı olan tasarımda, apikal açıklığı oluşturan en düz lensi bulmak gerekir. Optik zonu 6.5 mm ve sabittir. Sekonder eğriliği 8.00-8.25 mm arasındadır. Periferik eğriliği ise 11 mm'lik eğrilik yarıçapında ve 0,2 mm genişliktedir.

Bu tasarımda hedeflenen apikal açıklık için, uygulamaya en dik keratometrik değere eş olan bir temel eğri ile başlanmalıdır. Bu sistemde floresein boyamada sınırlı apikal temas veya 3 noktada temas gereklidir.

2) Yumuşak Lensler

Ampirik olarak bu lenslerin keratokonusa faydalı olduğu bulunmuştur. Bu tip lensler normalde keratokonusta astigmatizmayı ortadan kaldırmazken, gözlük ile üstten düzeltmeyle birlikte mevcut astigmatizmayı 3-4 misli azaltabilir. Yumuşak lensin, silindirik değeri 5D azalttığı bilinmektedir.

Sert lensleri takamayan hafif keratokonus olgularında denenebilir. Sferik veya torik yumuşak lens kullanılabilir.

Başlangıçta dik temel eğrili bir lens uygulanır, apikal koni üzerinde hava kabarcığı varsa daha düz olana geçilir. Uygulanan yumuşak lensin çapı korneayı 2 mm geçmelidir, lens hareketi 1 mm olmalıdır. Lens merkezde bulunmalıdır, eğer böyle değilse çapı artırılır ya da temel eğrisi dikleştirilir.

Temel eğrisi genellikle 8.10-8.40 mm ve çapı genelde 13-14 mm'dir. Ancak bu şekilde lens stabilitesi sağlanır.

3) Sert-Yumuşak Kontakt Lens Kombinasyonları

• Piggyback lensleri • Duo sistemi lensler • Satürn II lensleri • SoftPerm lensleri

Piggyback Lensler:

İlk kez 1973'de Westerhout tarafından tasarlanmış, Baldone tarafından geliştirilmiştir.

Bu teknik, sert lense tahammülü olmayan veya tekrarlayıcı kornea erozyonu gibi mekanik problemleri olan ileri devre keratokonuslulara uygulanabilir.

Taşıyıcı olan ve rahatlığı sağlayan yüksek oksijen geçirgenliğe sahip yumuşak lensler üzerine, görme keskinliğini arttıran sferik yüksek gaz geçirgen sert bir lens yerleştirilir (kornea hipoksisi önlenir).

Yumuşak lensler çok ince ya da orta su içerikli olmalıdır, 8.40 mm'lik temel eğri ve 14 mm çapındaki yumuşak lensler çoğu korneaya uyar. Lens gücü -5.0 ile -15.00 diyoptri arasında olmalıdır. Yumuşak lens iyi merkezileşmiş ve az hareketli olmalıdır (kırpma ile 1 mm hareket).

Sert gaz geçirgen lensler yumuşak lenslerin üzerinden eğrilik yarıçapı ölçülerek uygulanır. Çapı 8.5-9.5 mm olmalıdır. Yumuşak lens kornea eğrilik farkını merkez ve çevre kornea arasında azalttığı için, kullanılan sert gaz geçirgen lensin temel eğrisi, tek başına kullanılan sert gaz geçirgen lensten daha düzdür.

Sert deneme lensinin üzerinden refraksiyon muayenesi yapılmalıdır. Sert gaz geçirgen lensin diyoptrisi -2.00 ile -3.00 diyoptri olmalı, geriye kalan miktar yumuşak lense eklenmelidir. Eksi gücü azaltmak veya arttırmak gerekirse, yumuşak lenste düzenleme yapılmalıdır.

Taşıyıcı yumuşak lens olarak sık değişim veya günlük atılan lensler kullanılabilir. Böylece aynı aralıklarla lensin atılması veya hasarlı bir lensin değişimi

sağlanır. Hatta yumuşak lenslerin yüksek Dk'lı silikon hidrojel lens olması başarıyı arttırır.

Asferik sert gaz geçirgen lensler keratokonus topografisine daha uygun oldukları için, yumuşak lens üzerinden düşme olasılığı daha azdır.

Piggyback lenslerinin olumsuz yönleri;

- Sert lensin bazen merkezileşememesi
- İki lensin hasta tarafından kullanım güçlüğü
- İki ayrı bakım solüsyonu gerektirmesi ve birbiriyle karıştırılmaları
- Pahalı bir yöntem olması

Yumuşak lensin üstünde merkezileşme iyi değilse: Yüksek (+)'lı lentiküler yumuşak lensler kullanıldığı zaman, ön lentiküler çıkıntı sert lensin oturması için uygun konveks bir yüzey yaratır.

SoftPerm (Hibrid) Lensler (Sola/Barnes-Hind)

Orta derecede keratokonusu olanlar, kornea apeksinin yer değiştirmiş olduğu hastalar ve sert lense tahammülü olamayanlar içindir. Merkezi kısım gaz geçirgen sert lens, çevresi ise rahat bir hidrofilik yumuşak lens (Synergicon A) ile çevrilmiş melez lenslerdir. Piggy-back lenslerinin en iyi karşıtı olan başka bir seçenektir.

Yurdumuzda Ciba-Vision firması tarafından ithali yapılan bu lenslerin özellikleri:

- Lensin bütün çapı 14.3 mm'dir. Merkezindeki sert gaz geçirgen bölümün çapı 8 mm'dir.
- Eğrilik yarıçapı 7.10-8.10 mm arasında değişir (0,10 basamaklarla) [6,50, 6,70 ve 6,90 mm'likleri de vardır].
- Hidrofilik kenarın su içeriği %25'dir (Dk:5.5). Merkezdeki gaz geçirgen kısmın Dk'sı 14'dür. Merkezi kalınlık -3.00 D'de 0,11 mm'dir.

Uygulama: Düz keratometrik değerden çok daha düz uygulanır. Daha sonra kenar açıklığı kayboluncaya kadar 0.1 basamaklarla daha dik bir temel eğriye geçilir. En az 40 dakika beklenir. Yüksek moleküler ağırlıklı floresein (fluoresoft) boyamayla sert lensin altındaki gözyaşı değişimi değerlendirilir.

Kabul edilebilir uygulama için: -Hava kabarcığı olmamalı, -Primer bakışta en az 0.25-0.5 mm'lik bir lens hareketi bulunmalıdır.

Avantajları:

Tek parça tasarımı olması, yer değiştirmiş apeksler üzerinde daha iyi merkezileşmesi, sert gaz geçirgen lense göre daha rahat olması, sert lenslerin görüntü kalitesini ve yumuşak lenslerin rahatlığını sağlamasıdır.

Dezavantajları

- Düşük oksijen geçirgenliği ve sınırlı parametreleri vardır.
- İleri keratokonus hastalarında (bunlarda daha geniş çap yararlıdır) lens çoğunlukla sıkıdır, sınırlı hareket eder. Buna bağlı olarak kornea ödemi ve yeni damarlanma gelişir.
- Lens elde çabuk yırtılır, (sert-yumuşak birleşim yerinden) zor çıkarılır, kolay bükülebilir.
- Fiyatları pahalıdır.
- Temel eğrisinde yapılan değişiklik, lensin hareketinde beklenen değişikliği yapmadığı için sınırlı kullanımına neden olur.

SoftPerm lensleri ile keratokonuslu ve normal gözlerde yapılan bir çalışmada, bu lensin kullanımından sonra korneada kalınlık artışı normal ve keratokonuslu gözlerde meydana gelmesine rağmen, videokeratoskopik olarak ölçülmüş eğrilik yarıçapı değerleri keratokonuslularda bariz ve ilerleyici olarak düzleşme göstermiştir.

4) Sklera Lensleri

Keratokonusta kullanılan ilk lenslerdir, 19.yüzyılın sonlarında Kalt ve Fick tarafından yapılmıştır. İlk lensler (PMMA)'dan yapılmaktaydı ve hastalar uzun süre buna tahammül edemiyorlardı. Yüksek Dk'lı sert gaz geçirgen materyallerle ve gelişmiş teknolojiyle bu lensler daha başarılı olarak kullanılabilir hale gelmiştir. Kornea lenslerini kullanamayanlar bu lensleri rölatif bir başarıyla kullanabilir. İleri keratokonuslarda kaliteli görme, rahat kullanım, korneayı iyi örtme, stabilite sağlaması bu lensin avantajlarıdır. Ayrıca Pellusid marjinal dejeneresans ve Terrien dejeneransında da kullanılabilir.(100.102)

Dezavantajları ise fiyatlarının yüksek olması, uygulama zorluğu ve bakımlarıdır.

Kontakt Lenslerin Komplikasyonları:

- Kornea epitelinin boyanması • Yetersiz lens hareketi, lensin yapışması • Orta periferik bölgede hava kabarcıkları (Dimple Veil) • Azalmış görme keskinliği • Kornea nodülleri • Kronik injeksiyon, alerji

Kornea epitelinin boyanması

Girdap veya yuvarlak şekilde izole noktavi benekler (svvirl boyanma) şeklinde görünen epitel bozukluğudur, sık görülür. Kontakt lensli veya lenssiz görülür ve keratokonuslu kişilerin epitel tabakalarının anormal kırılma gücüne bağlıdır. Bu komplikasyon sıklıkla kaçınılmaz olduğu için, böyle hastalar daha dikkatli izlenmelidir. Göz yüzeyi kayganlaştırıcı damlalar (lubrikant) semptomatik rahatlama sağlayabilir.(104)

İdeal bir keratokonus lensinin uygulamasında, lens takma süresinin sonunda epitelde bariz bir boyanma olmamalıdır. Mamafih çok az toplu iğne ucu şeklinde biraz boyanma olabilir. Hastanın asemptomatik olduğu ve değişken bir bulgu olarak görüldüğü sürece, iyi bir görme keskinliği ve uzun takma süresi varsa, konide ve skarlaşmada progresyon yoksa bu durum kabul edilebilir. Çoğu zaman hasta semptomlardan habersizdir, çünkü takma dönemi sırasında görmesi iyidir.

Merkezi noktavi boyanma, ya aşırı dik uygulanan lenslerde görülen sıkışık kalmış birikintilerle ya da aşırı düz uygulanan lens ile oluşan mekanik faktörlerle meydana gelebilir. Her iki durumda da lens-kornea ilişkisinin ayarlanması gereklidir. Periferik noktavi boyanmalar tam olmayan bir kırpma şekli ya da aşırı kenar yüksekliği ile meydana gelebilir. Sonuçta, kontakt lens kenarına komşu bulunan epitel hücre kuruması görülür. Tam takma programının sonunda hem merkezi hem de periferik noktavi hafif boyanma olursa aralıklı muayenelerle kontakt lens tekrar gözden geçirilmelidir.

Az boyanan defektler için yüksek asferik bir lens verilmeye çalışılmalıdır. Saat 3 ve 9 hizasında periferik kornea boyanması ileride bu bölgelerde yeni damarlanma ve skara neden olacaktır. Bu problemi çözmek biraz daha zor olabilir. Hastadan gözlerini daha sık kırpması ve suni gözyaşı kullanması istenir.

Yetersiz lens hareketi-lensin yapışması

Kornea üzerinde lensin hareketsizliği ile hastanın genellikle iyi bir görme keskinliği ve rahatlığı varsa, lens yapışması akla gelmelidir.

Aşırı derecede dik lens-kornea ilişkisi sonucu lens santral, parasantral veya periferik olarak yapışabilir.

Aşağıda oturan lensler, alt limbusta az bir hiperemi ile basınç yapar. Bu hastalarda tekrar uygulama yapmak güçtür, çünkü koninin pozisyonu lense korneanın alt kısmına iter. Birkaç gün-hafta lensin çıkarılmasından sonra gerçek kornea topografisi olduğu zaman uygulama tekrarlanır.

Lens yapışıklıkları yüksek Dk'lı ince sert gaz geçirgen lensleri takanlarda dikkati çekmiştir. Düşük Dk'lı bir materyale geçme de bu problemi çözmemiştir.

Hastadan günün sonunda rahatsızlık, kızarıklık ve lensini çıkarma güçlüğü şikâyetleri alınırsa buna lens yapışma sendromu (stuck-on lens syndrome) denilir.

Periferik eğrilerin birleşme yerlerinin uygunluğu, başlangıç tedavi yoludur, fakat çok eğrili (dört-veya beş) ve asferik tasarım kullanmak gerekli olabilir.

Orta periferik bölgede sürekli hava kabarcıkları (Dimple Veil)

Optik bölge çevresinde sürekli hava kabarcıklarının görünümü, orta periferik bölgede aşırı kubbeleşme (vaulting) sonucudur. Bu durum, optik bölge çapını azaltarak veya lensin temel eğrilik yarıçapı ve çevresi arasında daha yumuşak bir geçişi oluşturmak için periferik eğrileri tekrar ayarlayarak düzeltilebilir. Evvelce aşırı derecede dik olmayan lens uygulamasında, daha dik temel eğri etkili olabilir.

Azalmış görme keskinliği

Kontakt lense rağmen görme keskinliğinin azalması, doğru olmayan diyoptrik güçten, kornea skarı veya astigmatizmadan (rezidüel veya lens esnemesi ile) meydana gelebilir.

Aşırı derecede miyopik düzeltme yapılmışsa, lense alışamaz ve aşırı yaşarma meydana gelir. Bunun için sikloplejinli lens üstü refraksiyon muayenesi yapılarak bu problem önlenir.

İkinci sebep görme aksı üzerinde oluşan kornea skarıdır. Kornea skarı, apikal açıklık bırakılarak yapılan lens uygulamasıyla azaltılabilir.

Astigmatizma, lens esnekliğine bağlı (özellikle kırma ile değişen görme) ya da rezidüel astigmatizma olarak görülür. Rezidüel astigmatizmayı düzeltmek için en kolay ve en iyi yol, gerekli olan kırma gücünde gözlükler önermektir.(99)

Azalmış görme keskinliğinin diğer bir nedeni de epitel ödemedir. Pek çok hasta sabahları iyi görme, günün sonlarında görme azalması ve parlamadan (ışık

saçılması) şikayet eder. Korneanın arkadan aydınlatmalı yarıklı lamba muayenesiyle bu bulgu görülebilir.

Hastaların lenslerinde eğrilik değişikliğinin olması, görmesindeki dalgalanmayla belli olur ya da lensini aylar-yıllar kullandıktan sonra görme azlığını farketmeden olabilir. Bu durum lensin temel eğrisinin radyoskopik muayenesiyle anlaşılır ve lens yenilenir. Bu cihazla hastanın ayrıca sağ ve sol göz lenslerini karıştırıp karıştırmadığı da belli olur. Bu nedenle radyoskopun kontakt lensle uğraşılan yerlerde bulunması gereklidir.(95)

Kornea nodülleri

Keratokonusta kontakt lense bağlı kronik epitel abrazyonu nedeniyle ortaya çıkan merkezi yerleşimli kabarık, subepitelyal fibrotik skarlardır. Korneada ektazik koninin tepe noktasında oluşan nodüler subepitelyal skar, kontakt lens en iyi şekilde uygulansa bile noktavi keratopati, epitel erozyonu ve buna bağlı olarak batma ve rahatsızlık hissi yapar.

Nodül, Bowman membranının ön kısmında olduğu için kolaylıkla disseksiyon ile uzaklaştırılabilir. Yüzeyel mekanik keratektomi yöntemiyle bu nodüler skar merkezi korneadan uzaklaştırılsa bile, nüksleri görülmektedir. Diğer bir tedavi şekli fototerapötik keratektomidir. Bu yöntemde diğerine göre daha az keratosit apoptozisi olmaktadır. Böylece yeni skar oluşumuna giden süreç engellenerek nüksler önlenebilmektedir.(105)

Kronik injeksiyon, alerji:

Pek çok hastada kontakt lens bakım ürünlerine duyarlılık nedeniyle kronik bir konktiva injeksiyonu gelişebilir. Hastalar her muayenede bu konuyla ilgili olarak sorgulanmalıdır.

Bazı hastalar nadir de olsa silikon-akrilat lens materyalini kullanırken dev papiller konjonktivit semptomlarını geliştirebilir. Mast hücre stabilizatörlerinin kullanımı bu hastalara yardımcıdır. Bu ilaçların kullanımı bahar ve güz mevsimlerinde rutin hale getirilir.(107)

GEREÇ ve YÖNTEM

Göz polikliniğinde 2006 temmuz ayından itibaren keratokonus tanısı alan 57 hastanın 84 gözü takibe alındı. Bu hastalardan 9'u (16 göz) takip süreci içerisinde kliniğimizde ve çeşitli merkezlerde UV-cross linking tedavisi gördü. 4 hasta (4 göz) intrastromal ring tedavisini tercih ederek başka merkezlere yönlendirildi. 8 hasta (8 göz) verilen gaz geçirgen sert kontakt lensle yeterli konforu yakalayamayıp farklı gaz geçirgen sert kontakt lens kullandı. Bu nedenlerle çalışmaya 36 hastanın 56 keratokonuslu gözü dahil edildi.

16 hastamız (20 göz) takip müddetince verilen gaz geçirgen sert kontakt lensi düzenli bir şekilde ve hiçbir komplikasyon gelişmeden kullanabildiği için çalışma grubunu oluşturdu. Hastalarımızdan kuru göz, kornea epitel defekti, yoğun allerji ve konjktival hiperemi, yabancı cisim hissi, yoğun iş mesaisi, uygunsuz çalışma ortamı...vs gibi nedenlerle sert kontakt lens kullanamayan ve başka tedavi alternatifleri uygulanmayan 20 hasta (36 göz) kontrol grubu olarak kabul edildi.

Uygulamada kullandığımız gaz geçirgen kontakt lens hammaddesinin kimyasal kompozisyonu Florin, Silikon, Akylmethaakrilat ko-polimerleri olarak tanımlanabilir.

Gaz geçirgen sert kontakt lensin fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki tabloda ayrıntılı olarak belirtilmeye çalışılmıştır.

Materyal Özellikleri:			
Özellikler	F2 Low	F2 Mid **	F2 High
Sınıflandırma	Focon III 2	Focon III 3	Focon III 4
Işık Geçirgenliği	>96%	>96%	>96%
Gaz Geçirgenliği (Gas to Gas Methodu) x10-11 (cm ² /sec) (ml O ₂) / (ml x mmHg)	28	50	100
Kırıcı İndeks	1.46	1.45	1.44
Sertlik (Shore D Skalasına Göre)	83	82	81
İslanma Açısı	19	19	21
Renk	Blue, Green, Grey	Blue, Green, Grey	Blue, Green, Grey
UV Blokaj	İsteğe Bağlı	İsteğe Bağlı	İsteğe Bağlı
Çap	12.70mm	12.70mm	12.70mm
Kalınlık	4.70mm	4.70mm	4.70mm

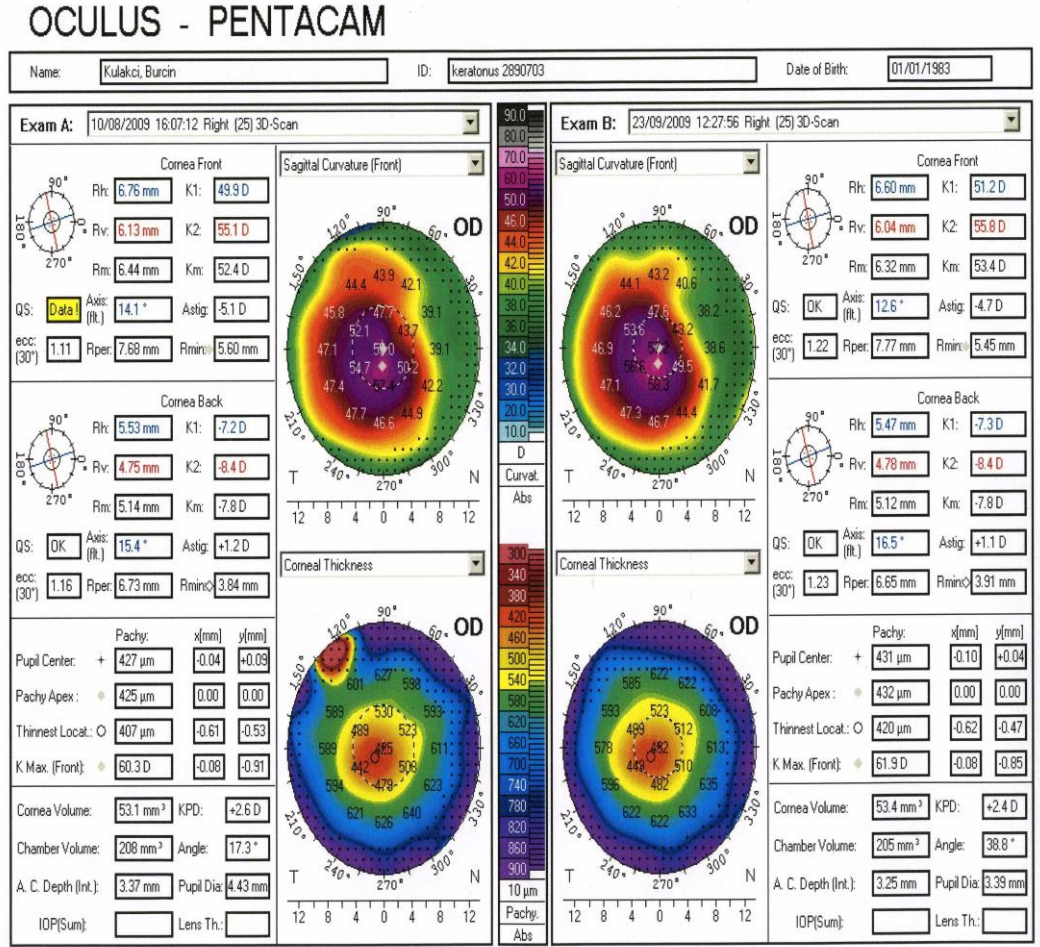
Sert kontakt lens uygulaması hem hasta hem de hekim açısından sabır ve gayret gerektiren bir tedavi metodu. Hastalara sert kontakt lens denemesi kliniğimizde bulunan deneme seti içerisinde öncelikle hastanın ortalama radius (topografiye göre) değerine yakın olan deneme lensleriyle başlandı. Uygun olabileceği düşünülen lens hastanın gözünde 20 dakika gibi bir müddette bekletildikten sonra tashihli muayene ile Snellen eşelinde vizyon alındı. Biomikroskopik muayenede lensin santralize olmasına, göz kırpması ile fazla yer değiştirmemesine, korneanın alt kısmında hareketsiz yerleşmemesine ve üç noktadan temas edecek şekilde floresceinle boyanıp boyanın lensde homojen dağılmasına özellikle dikkat edilerek en iyi vizyon değeri alabilecek, hasta için konforlu kullanımı en yüksek olan lens reçete edildi. (Resim 7). Hastalara sert kontakt lense uyumun zaman alacağı, bu tedavi yolunun sabır ve gayret gerektirdiği etraflıca anlatılarak ilk hafta günde 3 saat daha sonraki haftalarda günde birer saat arttırarak kullanmaları tavsiye edildi. Lens solusyonlarını her günün sonunda değiştirmeleri ve lensi muhakkak çıkarmaları, herhangi bir problemle karşılaştıklarında hastaneye başvurmaları sağlandı. Hastalar 1. gün, 1. hafta, 1. ay ve diğer zamanlarda 4 aylık periyodlarla takibe alındı.



Resim 7.

Hastaların tashihli en iyi görme keskinlikleri Snellen eşelinde alındı. Pentacamla ön segment görüntülemesi sırasında ve ultrasonik pakimetri ölçümünde hata paylarını azaltmak amacıyla farklı göz hekimleriyle birkaç defa ölçüm yapıldı. Çalışmaya dahil edilen hastaların kornea kalınlığı topografide keratokonusa uyan en ince bölge dikkate alınarak kaydedildi. Ultrasonik pakimetri aracılığıyla da santral kornea kalınlığı kontrol edilerek Pentacam ile yapılan ölçümün daha güvenilir olması sağlandı. Hastaların Pentacam cihazından elde edilen Ortalama Keratometri (Km) değerleri ve sagittal haritada keratokonus bölgesine uyan dioptri değerleri her kontrollerinde kaydedildi.

Sert kontakt lens kullanan hastaların kontrol muayenesinde korneal düzleşmeyle karşılaşıldı (Resim 8). Bu hastaların son kontrollerinde üç hafta lens kullanmasına ara vermesi ve bu müddet içerisinde suni gözyaşı ve anti allerji damlasına devam etmesi sağlandı.Üç hafta sonraki kontrolde tashihli vizyon muayenesinin ardından ultrasonic pakimetri ve pentacam ile kornea topografi ölçümleri tekrarlandı.



Resim 8.

Son muayanede elde edilen tashihli en iyi görme keskinliği, en ince pakimetri, sagittal haritada keratokonus bölgesine uyan dioptri değeri ve ortalama Km verileri ile ilk muayanede bulunan verilerin arasındaki değişim takip müddetine göre uyarlanarak hesaplandı. 35 yaş sınır kabul edilerek bu yaştan altında ve üstündeki hastalarda sert kontakt lens kullanan ve kullanmayanların ortalama değişimleri karşılıklı kıyaslandı. Farklı sonuçlar oluşabileceği kanısıyla kadınlar ve erkeklerin ortalama değişimleri kendi aralarında istatistiki hesaba tabi tutuldu.

Ayrıca Sagittal haritadaki keratokonus bölgesine uyan dioptri değerlerine göre 50,0 dioptri ve altı 1. grup (20 göz) ;50,0 dioptri ile 55,0 dioptri arası 2. grup(26 göz) ;55,0 dioptri ve üstü 3. grup (10 göz) olmak üzere üç farklı grup daha oluşturuldu. Vizyon,pakimetri,sagittal haritada keratokonusa bölgesine uyan dioptri değeri, Km(ortalama keratometri) değişimleri bu grupların kendi içinde (sert kontakt lens kullanan,kullanmayan) ve birbirleriyle karşılaştırıldı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ:

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS(Statistical package for social science)(SPSS Inc.Chicago,IL,USA) sürüm 15.0 istatistiksel tpaket programı kullanılarak yapıldı.Çalışmanın biyoistatistiksel çözümlenmesinde, değişkenler Ortalama, Standart Sapma , frekans ve yüzdeler tanımlanarak; gruplar arası ortalamaların kıyaslanmasında parametrik olmayan istatistiksel teknikler kullanıldı. 2 grup ortalaması iki bağımsız örneklemde Mann-Whitney testi ve 2'den fazla grup ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Kruskal-Wallis testi ile gerçekleştirildi.

Bu testlerde $0.05 > P$ değerleri istatistiksel anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

S.B. Okmeydanı E.A.H. göz polikliniğinde 2006 Temmuz ayından itibaren keratokonus tanısı alan 36 hastanın 56 gözü 2010 Ocak ayına kadar takibe alındı. 16 hasta(20 göz) takip müddetince verilen yüksek gaz geçirgen sert kontak lensi düzenli bir şekilde ve hiçbir komplikasyon gelişmeden kullanabildiği için çalışma grubunu oluşturdu.Hastalardan sert kontakt lens kullan(a)mayan ve başka tedavi alternatifleri uygulanmayan 20 hasta (36 göz) kontrol grubu olarak kabul edildi. 27 si bayan 9 u erkek 36 hastanın (56 göz) yaşları 12 ile 65 arasında değişmekte olup ortalama $33,24 \pm 8,26$ yıldır.Bu keratokonus tanılı olgular 10 ile 44 ay arasında bir müddette ortalama $28,36 \pm 5,15$ ay takip edildi.

VİZYON:

Takip süresi sonunda sert kontakt lens kullanan hastaların ikisinde (2/20) snellen eşeline göre birer sıra kayıp olurken ;lens kullanmayan hastalardan dört tanesinde (4/ 36) snellen eşeline göre birer sıra kayıp not edildi. Tüm hasta gruplarında takip süresi sonunda elde edilen düzeltilmiş en iyi görme keskinliği ortalaması ile ilk muayene sırasında kaydedilen düzeltilmiş en iyi görme keskinliği ortalaması kıyaslandığında istatistiksel anlamlı bir fark izlenmedi.($p>0.05$)Snellen eşeline elde edilen vizyonlar log-mar eşeline uyarlandığında da istatistiki anlamlı farklılık yoktu ($p>0.05$)Tablo 1-2-3 de elde edilen veriler görülmektedir.(Grafik 1-2)

Vizyon 1:ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

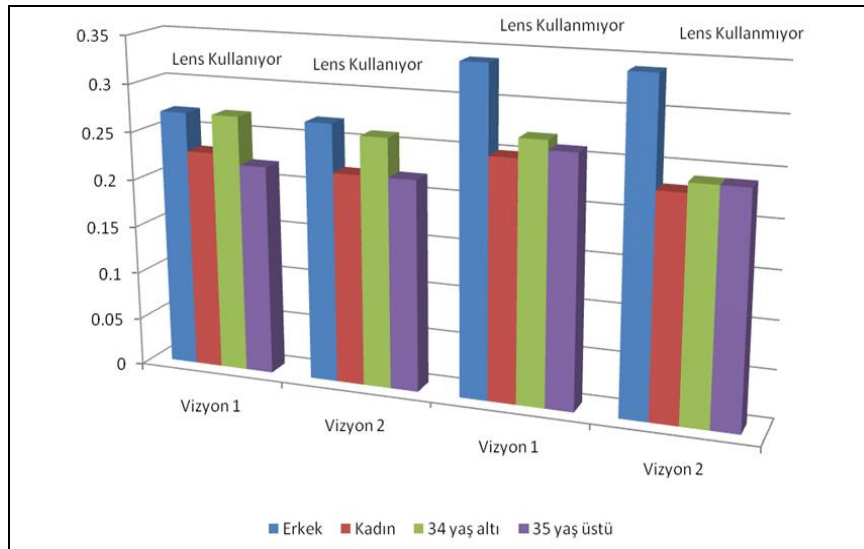
Vizyon 2:son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 1.

	Lens kullanan erkek	Lens kullanmayan erkek	Lens kullanan kadın	Lens kullanmayan kadın
Vizyon 1	0.2667	0.3400	0.2286	0.2516
Vizyon 2	0.2667	0.3400	0.2214	0.2258

Tablo 2.

	34 yaş ve altı Lens kullanan	34 yaş ve altı Lens kullanmayan	35 yaş üstü Lens kullanan	35 yaş üstü Lens kullanmayan
Vizyon 1	0.2667	0.2700	0.2182	0.2562
Vizyon 2	0.2556	0.2400	0.2182	0.2437



Grafik 1.

Grup1: sagital haritada 50.0 dioptri ve altı

Grup2: sagital haritada 50.0 ile 55.0 dioptri arası

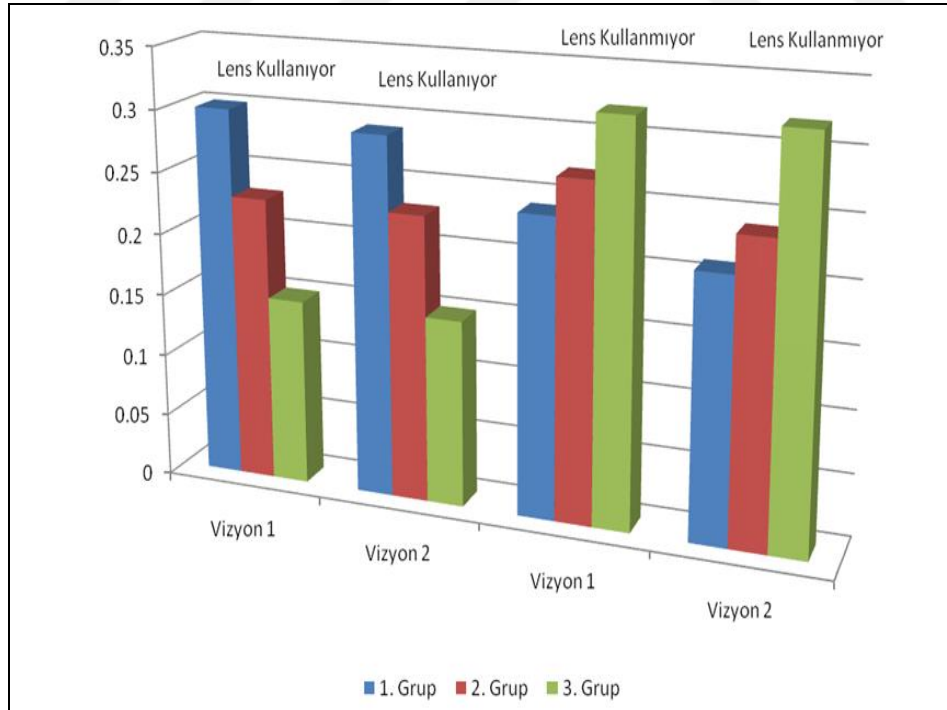
Grup3: sagital haritada 55.0 dioptri ve üstü

Vizyon 1:ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

Vizyon 2:son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 3.

	Grup 1 Lens kullanan	Grup 1 Lens kullanmayan	Grup 2 Lens kullanan	Grup 2 Lens kullanmayan	Grup 3 Lens kullanan	Grup 3 lens kullanmayan
Vizyon 1	0.3000	0.2364	0.2250	0.2650	0.1500	0.3200
Vizyon 2	0.2875	0.2091	0.2250	0.2400	0.1500	0.3200



Grafik 2.

KORNEA KALINLIĞI (PAKİMETRİ) :

Hastaların tümünün (%100) takip müddeti sonundaki pakimetri değerleri ile ilk muayene anındaki pakimetri değerleri kıyaslandığında azalma gösterdiği kaydedildi. Sert kontak lens kullanan ve kullanmayan hastalarda görülen bu azalmalar gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı fark yalnızca iki kıyaslamada vardı. 35 yaş üstü sert kontakt lens kullanan hastalar 35 yaş üstü lens kullanmayan hastalara kıyaslandığında pakimetri değerindeki azalma istatistiki olarak anlamlı bulundu. ($p<0,05$) Tablo 4-5 te elde edilen veriler gösterilmektedir. (Grafik 3)

Pakimetri 1: ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

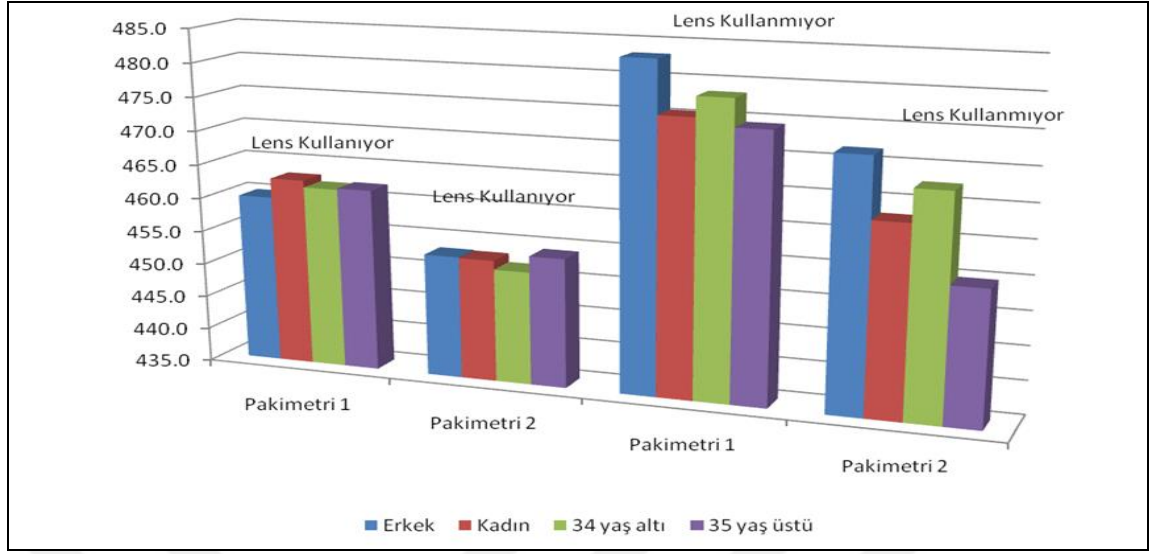
Pakimetri 2: son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 4.

	Lens kullanan erkek	Lens kullanmayan erkek	Lens kullanan kadın	Lens kullanmayan kadın
Pakimetri (μm) 1	460.00	483.200	462.85	475.51
Pakimetri (μm) 2	453.156	471.800	453.07	463.03

Tablo 5.

	34 yaş ve altı Lens Kullanan	34 yaş ve altı Lens kullanmayan	35 yaş üstü Lens kullanan	35 yaş üstü Lens kullanmayan
Pakimetri (μm) 1	461.88	478.35	462.09	474.37
Pakimetri (μm) 2	451.77	467.70	454.18	459.93



Grafik 3.

Sagital haritada dioptri değerine göre oluşturulan üçüncü grupta (55.0 dioptri ve üzeri) sert kontakt lens kullanan hastalardaki pakimetri değişimi sert kontakt lens kullanmayanlara kıyaslandığında istatistiki olarak anlamlı fark oluştu. ($p < 0,05$)

Tablo 6'da elde edilen veriler gösterilmektedir.(Grafik 4)

Grup1: sagital haritada 50.0 dioptri ve altı

Grup2: sagital haritada 50.0 ile 55.0 dioptri arası

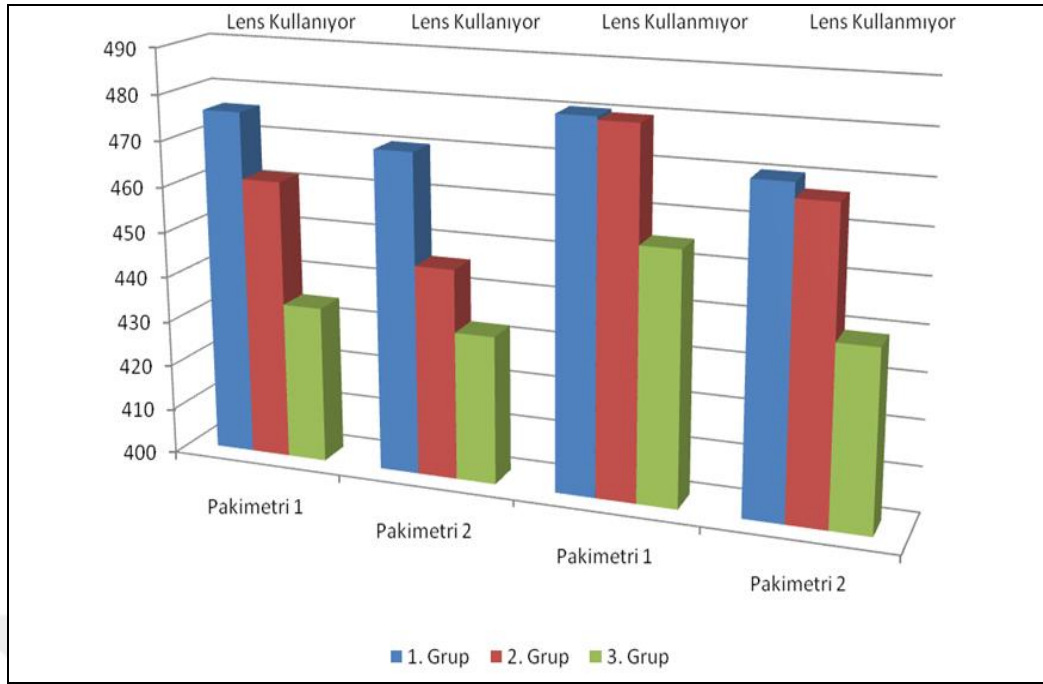
Grup3: sagital haritada 55.0 dioptri ve üstü

Pakimetri 1:ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

Pakimetri 2:son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 6.

	Grup 1 Lens kullanan	Grup 1 Lens kullanmayan	Grup 2 Lens kullanan	Grup 2 Lens kullanmayan	Grup 3 Lens kullanan	Grup 3 Lens kullanmayan
Pakimetri 1	476.12	480.45	461.62	479.85	434.50	443.00
Pakimetri 2	470.37	470.36	446.12	467.15	427.50	439.20



Grafik 4

SAGİTAL HARİTADA EN YÜKSEK DİOPTRİ:

Hastaların tamamında (%100) sagittal haritadaki en yüksek dioptri değeri artış eğilimindeydi. Farklı gruplar arasında sert kontak lens kullanan ve kullanmayan hastalardaki bu değişim kıyaslandığında ise istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi($p>0,05$) Tablo 7-8-9 te elde edilen veriler gösterilmektedir.(Grafik 5-6)

Sagittal 1:ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

Sagittal 2:son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

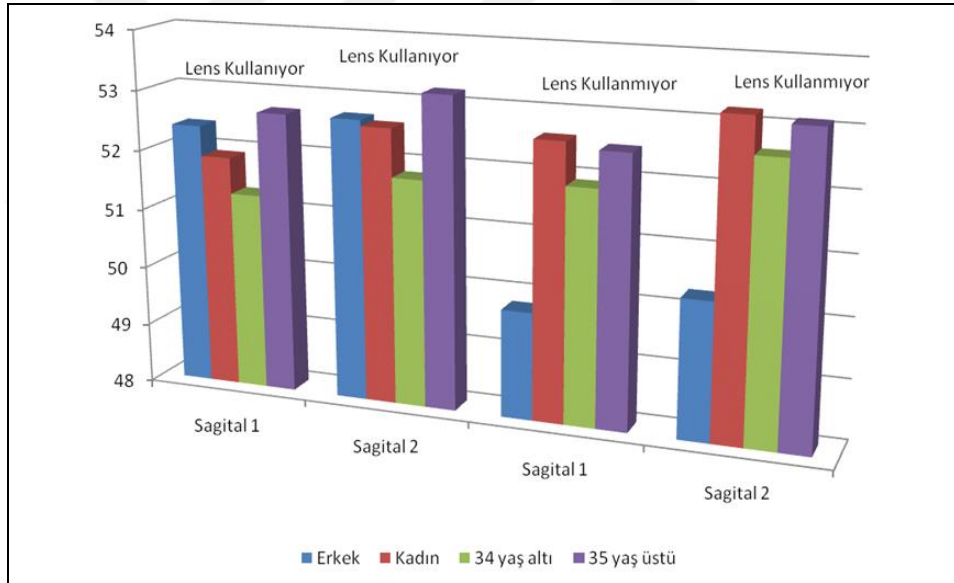
Tablo 7.

	Lens kullanan erkek	Lens kullanmayan erkek	Lens kullanan kadın	Lens kullanmayan kadın
Sagittal 1	52.41	49.80	51.92	52.57
Sagittal 2	52.71	50.26	52.55	53.21

Sagital 1:ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer
Sagital 2:son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 8.

	34 yaş ve altı Lens kullanan	34 yaş ve altı Lens kullanmayan	35 yaş üstü Lens Kullanan	35 yaş üstü Lens kullanmayan
Sagital 1	51.32	51.98	52.69	52.45
Sagital 2	51.83	52.55	53.22	53.12



Grafik 5.

Grup1: sagital haritada 50.0 dioptri ve altı

Grup2: sagital haritada 50.0 ile 55.0 dioptri arası

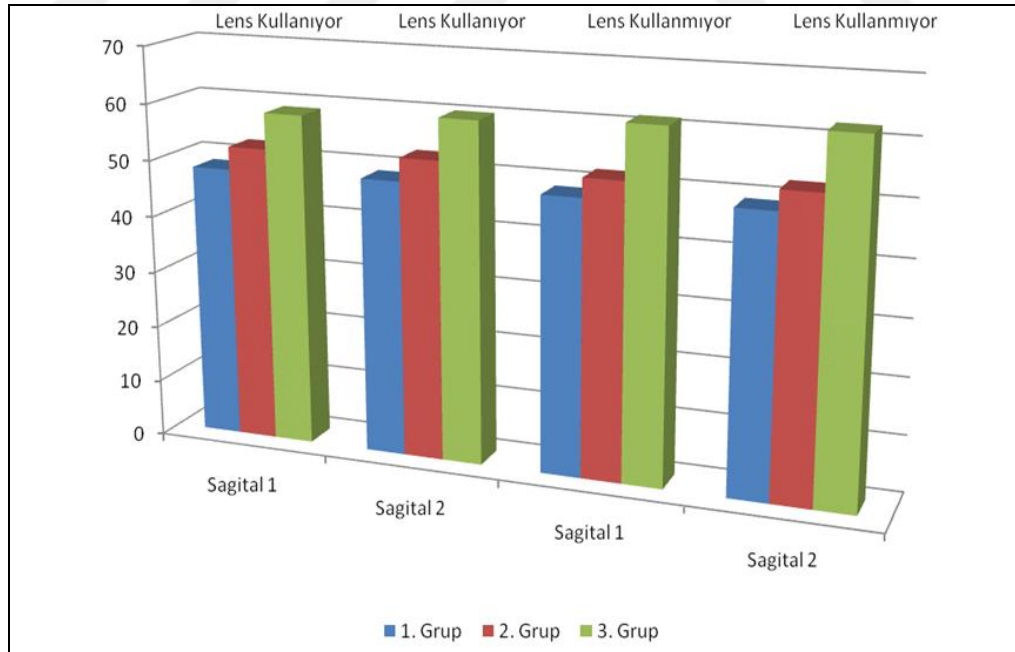
Grup3: sagital haritada 55.0 dioptri ve üstü

Sagital 1: ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

Sagital 2: son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 9.

	Grup 1 Lens kullanan	Grup 1 Lens kullanmayan	Grup 2 Lens kullanan	Grup 2 Lens kullanmayan	Grup 3 Lens kullanan	Grup 3 lens kullanmayan
Sagital 1	48.33	48.51	52.43	51.90	58.82	61.42
Sagital 2	48.66	49.04	52.77	52.50	60.12	62.30



Grafik 6.

ORTALAMA KERATOMETRİ DEĞERİ :

Pentacam cihazıyla elde edilen ortalama keratometri (Km) değerleri hastaların çoğunluğunda (% 93.4) artma gösterdi.Farklı gruplar arasında sert kontak lens kullanan ve kullanmayan hastalardaki bu değişim kıyaslandığında ise istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmadı. (p>0,05).Tablo 10-11-12’de elde edilen veriler gösterilmektedir.(Grafik 7-8)

Km 1:ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

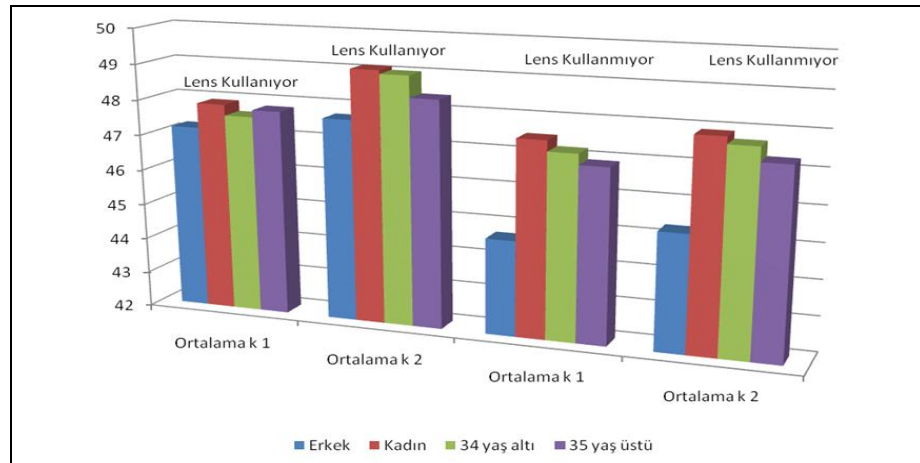
Km 2:son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 10.

	Lens kullanan erkek	Lens kullanmayan erkek	Lens kullanan kadın	Lens kullanmayan kadın
Ortalama Km 1	47.18	44.74	47.87	47.49
Ortalama Km 2	47.66	45.78	49.07	47.86

Tablo 11.

	35 yaş altı Lens Kullanan	35 yaş altı Lens kullanmayan	35 yaş üstü Lens Kullanan	35 yaş üstü Lens kullanmayan
Ortalama Km 1	47.55	47.21	47.75	46.98
Ortalama Km 2	49.01	47.66	48.36	47.31



Grafik 7.

Grup1: sagital haritada 50.0 dioptri ve altı

Grup2: sagital haritada 50.0 ile 55.0 dioptri arası

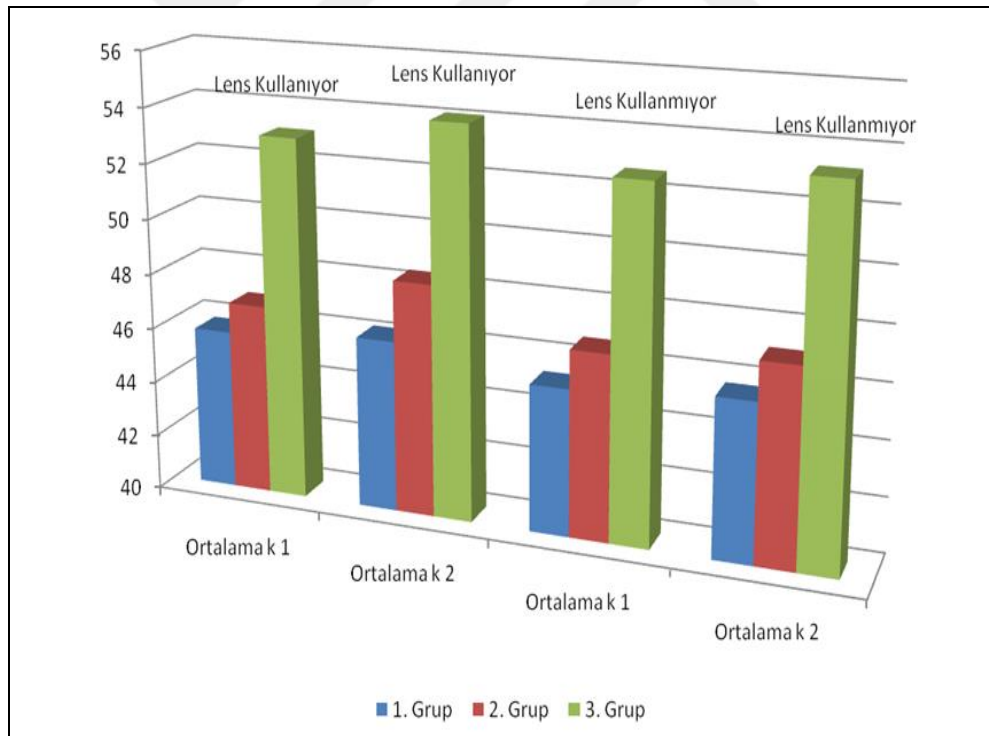
Grup3: sagital haritada 55.0 dioptri ve üstü

Ortalama Km1: ilk muayene gününde kaydedilen ortalama değer

Ortalama Km2: son kontrol gününde kaydedilen ortalama değer

Tablo 12.

	Grup 1 Lens kullanan	Grup 1 Lens kullanmayan	Grup 2 Lens kullanan	Grup 2 Lens kullanmayan	Grup 3 Lens kullanan	Grup 3 lens kullanmayan
Ortalama Km 1	45.77	45.28	46.85	46.71	53.07	52.72
Ortalama Km2	46.16	45.70	48.42	47.06	54.10	53.26



Grafik 8.

Elde edilen genel sonuçlar tablo 13 te şematize edildi

Tablo 13.

	Vizyon değişimi Kıyaslaması	Pakimetri değişimi Kıyaslaması	Sagital harita dioptri değişimi kıyaslaması	Ortalama Km değişimi kıyaslaması
Lens kullanan erkek ilelens kullanmayan erkeklerin karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında istatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında istatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
Lens kullanan kadın ilelens kullanmayan kadınlarınkarşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında istatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
34 yaş ve altı lens kullanan ile 34 yaş vealtı lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
35 yaş üstü lens kullanan ile 35 yaş üstü lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında istatistiksel anlamlı fark	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
34 yaş ve altı lens kullanan ile 35 yaş üstü lens kullananların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
34 yaş ve altı lens kullanmayan ile 35 yaş üstü lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
1.grupta lens kullanan ile lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
2.grupta lens kullanan ile lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
3.grupta lens kullanan ile lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında istatistiksel anlamlı fark	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
1.2.3.grupta lens kullananların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız
1.2.3.grupta lens kullanmayanların karşılaştırılması	Değişim istatistiksel anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız	Değişim kıyaslamasında İstatistiksel fark Anlamsız

TARTIŞMA ve SONUÇ

Keratokonusun optimal rehabilitasyonu genellikle hastalığın şiddetine bağlıdır ve bazen invazif tedavi modalitelerini gerektirebilir. Sert gaz geçirgen lensler keratokonus hastalarında görmenin artırılması amacı ile kullanılan primer tedavi yöntemidir. Hastalığın ilerlemiş evrelerinde şiddetli korneal irregüler astigmatizma gelişebilmesi, ilerleyici stromal incelme ve apikal stromal skar oluşabilmesi nedeniyle, görme keskinliğinin arttırılabilmesi için penetran keratoplasti gerekmektedir (1,2). Son yıllarda penetran keratoplastiye alternatif olarak çıkan yeni lameller cerrahi teknikleri, intra korneal halka segmentleri uygulamaları ve ultraviyole kollajen çapraz tedavisi gibi yeni alternatif yöntemler keratokonusta tedavi seçeneklerini ve cerrahi indikasyon alanını genişletmiştir.

Geliştirilen bu seçeneklerden cross-link tedavisinde riboflavin damlatılarak korneaya uygulanan UVA ile keratositler arası kollejen liflerin çapraz bağları kuvvetlendirilerek korneanın biomekanik gücünün arttırılması amaçlanmıştır. Yurt içi ve yurt dışı yayınlarda bu yöntemin keratektazinin progresyonunu durdurduğuna değinilmiş ve hatta vizyon kalitesini arttırdığı bildirilmiştir.(116)Ancak bu çalışmaların uzun dönem sonuçları tam yayınlanmamış olmakla beraber bildirilen sonuçlar çelişki içermektedir.Başarılı bir crosslink tedavisi geçiren keratokonuslu göz ilerleyen zamanda iyi bir vizyon kalitesi için yine de sert kontak lense gereksinim duymaktadır.

Mekanik keratom aracılığıyla korneada oluşturulan intrastromal tünele halka yerleştirilmesi işlemi önceleri myopi tedavisi için kullanılmışsa da keratokonuslu gözlerde uygulanmaya başlamasıyla tüm dünyada ses getirmiştir.Ülkemizde de birçok merkezde uygulanmış olan bu tedavi modalitesi ilerleyen zamanda birçok komplikasyonu beraberinde getirmiş olup cerrahları bu halkaları çıkarmak zorunda bile bırakmıştır.Son zamanlarda femtosecond arcılığıyla oluşturulan korneal tünele İNTACS halkalarının yerleştirilmesi bu tedavi alternatifinin başarısının artmasını ve komplikasyonlarının azalmasını sağlamıştır.(117)Bu çalışmaların uzun dönem

sonuçları belli olmamakla beraber İNTACS uygulanan hastaların bir kısmı görme kalitesi için sert kontak lense ihtiyaç duymaktadır.

Sert kontakt lens uygulaması keratokonus için en eski ama vizyon rehabilitasyonu açısından vazgeçilmez bir tedavi metodudur.Son yıllarda kornea fizyolojisini bozmayan yüksek gaz geçirgen ve UV blokajlı sert kontak lens materyallerinin üretilmesiyle keratokonuslu hastalarda sert kontakt lens kullanımı daha konforlu duruma gelmiştir.Diğer tedavi yöntemlerinin gelişmesi büyük bir hızla devam etse bile kontak lens uygulaması hala primer tedavi seçeneğidir. Günümüzde yayınlanmış en geniş prospektif çalışmada, keratokonus nedeni ile kontakt lens kullanan hastaların %12'sinin zaman içerisinde bir ya da iki gözlerinden penetran keratoplastiye gittiği gösterilmiştir. (80)

Anette ve arkadaşlarının 2007 yılında yayınlanan 190 hastayı kapsayan çalışmasında keratokonuslu gözlere uygulanan keratoplasti sonrası sert kontakt lens kullanımı sıklığı araştırılmış.Literatürde %16 ile %96 arasında değişen kullanım sıklığı bildirilirken bu çalışmada sert kontakt lens kullanımı %47 olarak bulunmuş.(91)

Çalışmamıza dahil edilen hastalardan bayanların sert kontakt lens kullanımına erkeklerden daha rahat uyum sağladığını takip müddeti içinde gözlemledik.Keratokonus morfolojik sınıflamasına göre nipple(oval) ve kornea santraline daha yakın olan gözler sert kontakt lense kısa zamanda uyum sağladı ve daha uzun süre komplikasyonsuz kullandı.

Hastalarımızın büyük çoğunluğunda (%91.2) vizyon değişimi ile karşılaşmadık.Sert kontak lens kullanan ve kullanmayan olguların farklı grupların içinde kıyaslanmasıyla değişim istatistiksel anlamlılık oluşturmadı. ($p>0,05$)Sert kontak lens kullanımının vizyon kalitesini düşürmeye neden olmadığı kanaatine vardık.

Pakimetri ölçümünde Pentacam,ultrason pakimetri ve Orbscan cihazlarının tekrarlanabilirliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Pentacam ile elde edilen ölçümlerin diğer cihazlara kıyasla daha düşük olduğu fakat Pentacamın en iyi tekrarlanabilirliğe sahip olduğu vurgulanmıştır.(115)Pentacam ile yapılan ölçüm ultrasonic pakimetriye kıyasla ortalama 7 ± 3 daha az değer göstermektedir.Gözlerde meydana gelebilecek hata payını azaltmak amacıyla her kontrolde ultrasonic pakimetri ile kornea kalınlığını ölçümünü kontrol ettik.En ince kornea bölgesinden elde edilen pakimetri değeri hastalarımızın tamamında (%100) azalama gösterdi.Bu değişimler farklı gruplar arasında sert kontakt lens kullanan ve kullanmayanlarda kıyaslandığında istatistiksel

olarak anlamlı farklılık oluşturmadi . ($p>0,05$)Yalnızca iki kıyaslamada istatistiksel anlamlı fark vardı. 35 yaş üstü sert kontak lens kullanan hastalarda 35 yaş üstü lens kullanmayan hastalara kıyaslandığında pakimetri değerindeki azalma istatistiki olarak anlamlı bulundu. ($p<0,05$) Sagital haritada dioptri değerine göre oluşturulan üçüncü grupta (55.0 dioptri ve üzeri) sert kontakt lens kullanan hastalardaki pakimetri değişimi sert kontakt lens kullanmayanlara kıyaslandığında istatistiki olarak anlamlı fark oluştu. ($p<0,05$)(Tablo 13)

Pentacam cihazıyla görüntülenen sagital haritadaki keratokonus bölgesine uyan alandan en yüksek dioptri değerleri kaydedildi. Hastalarımızın tamamında (%100) sagital haritadaki en yüksek dioptri değeri artış eğilimindeydi.Oluşturulan tüm gruplarda (kadın,erkek,35 yaş altı ve üstü..) ilk muayene günü ile son kontrolde elde edilen veriler (grupların kendi içinde) kıyaslandığında sagital haritadaki en yüksek dioptri değeri istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdi($p<0,05$)Farklı gruplar arasında sert kontak lens kullanan ve kullanmayan hastalardaki bu değişim kıyaslandığında ise istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi. ($p>0,05$)

Kornea ön yüzeyi hedefin sanal görüntüsünü yansıtan konveks bir aynadır. Keratometre, anterior korneanın diyoptrik gücünün yanısıra kornea yüzeyinin kalitesini değerlendirmemizi sağlar. Keratometrik mirler merkezi 3.0-3.5 mm'lik alandan yansır ve dolayısıyla korneanın bütününün kırıcılığını temsil etmez. Keratometre sadece korneanın ön yüzünü ölçer; ancak korneanın ön ve arka yüzünden kaynaklanan kombine refraktif kornea gücünü hesaplamak üzere, refraksiyon indeksini 1.376 yerine 1.3375 olarak varsayar. Sferosilendirik optikten uzaklaşmış kornealarda, örneğin keratokonus ve refraktif cerrahi geçirmiş gözlerde keratometre klinik değerlendirmede çok faydalı sonuçlar vermez.Bu yüzden son yıllarda korneanın tamamının kırıcılığını bize gösterebilen bilgisayarlı kornea topografisi sıklıkla keratometre yerine kullanılmaktadır.(57)

Hastalarımızın ortalama keratometri değerlerini hesaplar iken pentacam cihazıyla elde edilen edilen verileri kullandık. Bu verilere göre hastalarımızın çoğunluğunda (% 93.4) ortalama keratometri(Km) değerleri artış gösterdi.Bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,05$).Farklı gruplar arasında sert kontak lens kullanan ve kullanmayan hastalardaki bu değişim kıyaslandığında ise istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmadı ($p>0,05$) .Bu sonuçla sagital haritadaki sonucun benzer çıkması ,verilerin korele olması pentacam cihazının ortalama Keratometri değerinin güvenilir olabileceği kanısını doğrurdu.

Şahin ve arkadaşları 2008 yılında 24 ay takip edilen 79 hastanın dahil edildiği çalışmalarında orbscan topografi cihazını kullanarak keratokonus progresyonunu incelemişler. Takip müddeti sonunda apex elevasyonu, kornea en ince alandaki pakimetri ve keratometri değişimlerini istatistiki olarak anlamlı değişiklik olarak not edilmiş. Ortalama radius, ortalama elevasyon, ortalama tanjansiyel ve sferik curvatürlerinde istatistiksel anlamlı değişikliklere rastlamamışlar. (113)

Edmonds ve arkadaşları 2006 yılında yayınladıkları 100 gözü kapsayan çalışmalarında sert kontakt lens kullanımının endotel sayısına etkisini speküler mikroskop ile incelemişler. Sert kontakt lens, softperm kontak lens kullananlarla sert lens kullanmayan hastaların endotel sayılarındaki değişimin karşılaştırıldığı bu çalışmada softperm kullanan hasta grubunda diğer iki gruba göre daha fazla azalma saptanmış. Fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı farklılık arz etmemiş. (109)

Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratokonus (CLEK) çok merkezli çalışmasında 1209 keratokonus tanılı göz prospektif olarak incelenmiş. Keratokonus progresyonuna etkili faktörlerin incelendiği bu çalışmada aile öyküsü, oküler travma hikayesi, konforsuz sert kontakt lens kullanımı, erken yaşta hastalığın ortaya çıkması, yoğun allerji ve kaşınma hikayesi olan bireylerde daha hızlı progresyon not edilmiş. (114)

Biz bu çalışmamızda keratokonus progresyonuna yüksek gaz geçirgen sert kontakt lensin etkisini Pentacam cihazıyla incelemeyi amaçladık. Çalışma kapsamına aldığımız olgularda takip müddeti sonunda elde edilen verilerle ilk muayenede elde edilen verilerin aralarındaki değişim progresyon hakkında fikir verdi. Hastalarımızın tümünde keratokonus progresyonuna rastladık. Yüksek gaz geçirgen sert kontakt lensi sorunsuz (konforlu) kullanan hastalardaki progresyonun hiç bir tedavi uygulanmayan hastalardaki ile karşılaştırıldığında anlamlı farklılık göstermediği sonucuna ulaştık.

KAYNAKLAR

1. Maeda N, Fujikado T, Kuroda T, Mihashi T, Hirohara Y, Nishida K, Tano Y. Wavefront aberrations measured with Hartmann-Shack sensor in patients with keratoconus. *Ophthalmology*. 2002;109(11):1996-2003.
2. Jafri B, Li X, Yang H, Rabinowitz YS. Higher order wavefront aberrations and topography in early and suspected keratoconus. *J Refract Surg*. 2007 ;23:774-81.
3. Nishida T. Cornea. In Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ, editors. *Cornea: Fundamentals, Diagnosis and Management*. China: Elsevier Mosby, 2005:3-26.
4. Duke-Elder S, Perkins ES. *The transparency of the cornea*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1960.
5. Cameron JG. Corneal reaction to injury. In Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ, editors. *Cornea; Fundamentals, diagnosis and management*. China: Elsevier Mosby, 2005:115-131.
6. Tuli SS, Goldstein M, Schultz GS. Modulation of corneal wound healing. In Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ, editors. *Cornea: Fundamentals, Diagnosis and Management*. China: Elsevier Mosby, 2005:133-150.
7. Seitz B, Langenbucher A. Intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2000; 16:349-361.
8. Kuo IC. Corneal wound healing. *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15:311-315.
9. Swarbrick HA. Orthokeratology review and update. *Clin Exp Optom* 2006; 89:124-143.
10. Netto MV, Mohan RR, Ambrosio R, Jr., Hutcheon AE, Zieske JD, Wilson SE. Wound healing in the cornea: a review of refractive surgery complications and new prospects for therapy. *Cornea* 2005; 24:509-522.
11. Netto MV, Ambrosio R, Jr., Chalita MR, Krueger RR, Wilson SE. [Corneal wound healing response following different modalities of refractive surgical procedures]. *Arq Bras Oftalmol* 2005; 68:140-149.

12. Dawson DG, Edelhauser HF, Grossniklaus HE. Long-term histopathologic findings in human corneal wounds after refractive surgical procedures. *Am J Ophthalmol* 2005;139:168-178.
13. Kim JY, Kim MJ, Kim TI, Choi HJ, Pak JH, Tchah H. A femtosecond laser creates a stronger flap than a mechanical microkeratome. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:599-604.
14. Im E, Kazlauskas A. The role of cathepsins in ocular physiology and pathology. *Exp Eye Res.* 2007 Mar; 84(3):383-8
15. Udar N, Atilano SN, Brown DJ et al. SOD1: a candidate gene for keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006 Aug; 47(8):3345-51.
16. Mackievitz Z, Maatta M, Stenman M et al. Collagenolytic proteinases in keratoconus. *Cornea.* 2006 Jun;25 (5): 603-10.
17. Chwa M, Atilano SN, Reddy V et al. Increased stress-induced generation of reactive oxygen species and apoptosis in human keratoconus fibroblasts. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006 May; 47(5):1902-10.
18. Shwrwin T, Brooks NH. Morphological changes in keratoconus: pathology or pathogenesis. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2004 Apr; 32(2):211-7.
19. Nielsen K, Vorum H, Fagetholm P et al. Proteome profiling of corneal epithelium and identification of marker proteins for keratoconus, a pilot study. *Exp Eye Res.* 2006 Feb; 82(2): 201-9. Epub 2005 Aug 3.
20. Rabinowitz YS. The genetics of keratoconus. *Ophthalmol Clin North Am.* 2003 Dec; 16(4): 607-20.
21. Collier S A. Is the corneal degradation in keratoconus caused by matrix-metalloproteinases? *Clin Experiment Ophthalmol.* 2001 Dec;29(6):340-4.
22. Kenney MC, Chwa M, Atilano SR et al. increased levels of catalase and cathepsin V/L2 but decreased TIMP-1 in keratoconus corneas: evidence that oxidative stress plays a role in this disorder. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005 Mar; 46(3):823-32.
23. Edwards M, McGhee CN, Dean S. The genetics of keratoconus. *Clin Experiment: Ophthalmol.* 2001 Dec; 29(6):345-51.
24. Kim WJ, Rabinowitz YS. Meisler DM et al. Keratocyte apoptosis associated with keratoconus. *Exp Eye Res.* 1999 Nov; 69(5):475-81.
25. Grunauer-Kloevekorn C, Duncker G. Keratoconus: epidemiology, risk factors and diagnosis. *Klinische Monatsblätter Für Augenheilkunde,* 223(6):493 - 502, 2006.

26. Chastang PJ, Borderie VM, Carvajal - Gonzalez S ve ark. Automated keratoconus detection using the EyeSys videokeratoscope. J Cataract Refract Surg, 26: 675- 683, 2000.
27. Rabinowitz YS. Keratoconus. Surv Ophthalmol, 42(4): 297-319, 1998.
28. Rabinowitz YS. Tangential vs sagittal videokeratographs in the "early" detection of keratoconus. Am J Ophtalmology, 122 (6):887 - 889, 1996.
29. Koch DD, Haft EA. Introduction to corneal topography. In: Sanders DR, Koch DD, eds. An atlas of corneal topography 1st ed. New Jersey: Slack Inc; 1993. p.1-30.
30. Simon GL, Simon S, Simon JM, Simon JMjr, Simon C. Fundamentals on corneal topography. In: Boyd BF, Agarwal A, Alio JL, Krueger RR, Wilson SE, eds. Wavefront analysis, aberrometers, and corneal topography. 1st ed. Highlights of Ophthalmology;2003.p.25-96.
31. Kanpolat A. Şimşek T, Alp MN, Bardak Y. Normal kornea topografisinin bilgisayarlı videokeratografi ile değerlendirilmesi. MN Oftalmoloji, Kontakt Lens Özel Sayısı, 1996;3:72-6.
32. Holladay JT. Cornea topography using the Holladay Diagnostic Summary. J Cataract Refract Surg 1997;23:209-21.
33. Weiss JS, Oplinger NL. An analysis of the accuracy of predicted corneal acuity in the Holladay Diagnostic Summary program. CLAO 1998; 24:141-4.
34. Uçakhan ÖÖ. Predicted corneal visual acuity in keratoconus as determined by ray tracing. Acta Ophthalmol Scand 2003;81:264-70.
35. Pflugfelder SC, Liu Z, Feuer W, Verm A. Corneal thickness indices discriminate between keratoconus and contact lens-induced corneal thinning. Ophthalmology 2002; 109:2336-41.
36. Uçakhan ÖÖ, Özkan 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;32:970-10.
37. Tanabe T, Oshika T, Tomidokoro A, et al. Standardized color-coded scales for anterior and posterior elevation maps of scanning slit corneal topography. Ophthalmology 2002; 109:1298-302.
38. Fam H-B, Lim K-L. Corneal elevation indices in normal and keratoconic eyes. J Cataract Refract Surg 2006;32: 1281-7.
39. Agarwal A, Kanjani N, Doshi A, et al. Primary posterior corneal elevation. In: Boyd BF, Agarwal A, Alio JL, Krueger RRT Wilson SE, eds. Wavefront

analysis, aberrometers, and corneal topography. 1 st ed. Highlights of Ophthalmology; 2003. p.131-137.

40. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. *Refract Corneal Surg* 1989;5:400-8.
41. Maeda N, Klyce SD, Smolek MK, Thompson HW. Automated keratoconus screening with corneal topography analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35:2749-57.
42. Smolek MK, Klyce SD. Current keratoconus detection methods compared with a neural network approach. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997; 38:2290-2299.
43. 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.
44. Chastang PJ, Borderie VM, Carjaval-Gonzalez S, Rostene W, Laroche L. Automated keratoconus detection using the EyeSys videokeratoscopes. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:675-83.
45. Dastjerdi MH, Hashemi H. A quantitative corneal topography index for detection of keratoconus. *J Refract Surg* 1998; 14: 427-36.
46. Maeda N, Fujikado T, Kuroda T, et al. Wavefront aberrations measured with Hartmann-Shack sensor in patients with keratoconus. *Ophthalmology* 2002;109:1996-2003.
47. Gobbe M, Guillon M. Corneal wavefront aberration measurements to detect keratoconus patients. *Contact Lens & Anterior Eye* 2005;28:57-66.
48. Barbero S, Marcos S, Merayo-Lioves J, Moreno-Barriuso E. Validation of the estimation of corneal aberrations from videokeratography in keratoconus. *J Refract Surg* 2002;18:263-70.
49. Smolek MK, Klyce SD. Goodness of prediction of Zernike polynomial fitting to corneal surfaces. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2350-5.
50. Tanabe T, Tomidokoro A, Samejima T, et al. Corneal regular and irregular astigmatism assessed by Fourier analysis of videokeratography data in normal and pathologic eyes. *Ophthalmology* 2004;111:752-7.
51. Alio JL, Shabayek MH. Corneal higher order aberrations: a method to grade keratoconus. *J Refract Surg* 2006;22:539-45.
52. Steinert RF, McHale EK. Evaluating the corneal transplant patient. In: Sanders DR, Koch DD, eds. *An atlas of corneal topography* 1st ed. New Jersey: Slack Inc; 1993. p.179-95.

53. Sanders DR. Evaluating refractive surgical or laser procedures. In: Sanders DR, Koch DD, eds. An atlas of corneal topography 1st ed. New Jersey: Slack Inc; 1993, p.85-94.
54. Kaluzy BJ, Kaluzny JJ, Szkulmowska A, Gorczynska I, Szkulmowski M, Bajraszewski T, Wojtkowski M, Targowski P. Spectral optical coherence tomography. A novel technique for cornea imaging. Cornea 2006, 25: 960-5.
55. Maguire LJ. Keratometry, photokeratoscopy, and computer-assisted topographic analysis. 55. In: Krachmer JHT Mannis MJ, Holland EJ, eds. Cornea, Vol 1, China 2005, Elsevier Inc., 171-84.
56. Structure and function of the external eye and cornea. American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course, External Disease and Cornea, San Francisco, CA, 1999, 7-13.
57. Faulkner WJ, Varley GA. Corneal diagnostic techniques. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ, eds. Cornea, Vol 1. China, 2005, Elsevier Inc., 229-45.
58. Rapuano CJ, Fishbaug JA, Strike DJ. Nine-point corneal thickness measurements and keratometry readings in normal corneas using ultrasound pachymetry. Insight 1993; 18: 16-22.
59. Bayraktar Ş. Kornea topografisinde temel kavramlar. Refraktif Cerrahi. Şahin Matbaası, Nisan 2004, ss 39 - 46.
60. Tam ES, Rootman DS. Comparison of central corneal thickness measurements by specular microscopy, ultrasound pachymetry, and ultrasound biomicroscopy. J Cataract Refract Surg, 29: 1179 - 1184, 2003.
61. Uçakhan ÖÖ, Özkan M, Kanpolat A. Corneal thickness measurements in normal and keratoconic eyes: Pentacam comprehensive eye scanner versus noncompact specular microscopy and ultrasound pachymetry. J Cataract Refract Surg, 32:970-977, 2006.
62. Suzuki S, Oshika T, Oki K ve ark. Corneal thickness measurements: scanning - slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. J Cataract Refract Surg, 29: 1313 - 1318, 2003.
63. Plugfelder SC, Liu Z, Feuer W ve ark. Corneal Thickness Indices Discriminate between keratoconus and contact lens-induced corneal thinning. Ophthalmology, 109 (12): 2336-2341, 2002.
64. Gonzalez-Meijome JM, Cervino A, Pimentel-Yebra E ve ark. Central and peripheral corneal thickness measurement with Orbscan II and

- topographical ultrasound pachymetry. J Cataract Refract Surg, 29:125-132, 2003.
65. Marsich MM, Bullimore MA. The repeatability of corneal thickness measures. Cornea, 19(6):792- 795, 2000.
 66. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. Refract Corneal Surg, 5: 400-408, 1989.
 67. Rabinowitz YS, Yang H, Brickman Y ve ark. Videokeratography database of normal human corneas. BrJ Ophthalmology, 80:610-616, 1996.
 68. Rabinowitz YS, Rasheed K. KISA%index: a quantitative Videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus. J Cataract Refract Surg, 25:1327-1335, 1999.
 69. Li X, Rabinowitz YS, Rasheed K ve ark. Longitudinal study of the normal eyes in unilateral keratoconus patients. Ophthalmology, 111(3):440-446, 2004.
 70. Maeda N, Klyce SD, Smolek MK ve ark. Automated keratoconus screening with corneal topography analysis. Invest Ophthalmol Vis Sci, 35:2749-2757, 1994.
 71. Smolek MK, Klyce SD. Current keratoconus detection methods compared with a neural network approach. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 38(11):2290- 2299, 1997.
 72. Tanabe T, Oshika T, Tomidokoro A ve ark. Standardized color-coded scales for anterior and posterior elevation maps of scanning slit corneal topography. Ophthalmology, 109(7):1298-1302, 2002.
 73. Fam H, Lim K. Corneal elevation indices in normal and keratoconic eyes. J Cataract Refract Surg, 32:1281-1287, 2006.
 74. Tomidokoro A, Oshika T ve ark. Changes in anterior and posterior corneal curvatures in keratoconus. Ophthalmology, 107:1328 - 1332, 2000.
 75. Kanski JJ. Clinical Ophthalmology. A systemic Approach. Chapter 5 Cornea. 5th Ed. Butterworth Heinemann, Elsevier Science Ltd, pp 131 - 135, 2003.
 76. McMahon TT, Szotka-Flynn L, Barr JT ve ark. A new method for grading the severity of keratoconus. The keratoconus severity score (KSS). Cornea, 25(7):794-80: 2006.
 77. Alio JL, Shabayek MH. Corneal higher order aberrations: as method to grade keratoconus. J Refract Surg, 22: 539 - 545, 2006.

78. Iskander DR, Collins MJ, Davis B. Optimal modeling of corneal surfaces with zernike polynomials. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 48(1): 87 – 95, 2001.
79. Schwiegerling J, Greivenkamp JE. Using corneal height maps and polynomial decomposition to determine corneal aberrations. Optometry and Vision Science, 74(11):906-916, 1997.
80. Gordon MO, Steger-May K, Szczotka-Flynn L, et al. Baseline factors for predictive of incident penetrating keratoplasty in keratoconus. Am J Ophthalmol 2006;142:923-930.
81. Jimenez-Alfaro I, Perez-Santonja JJ, Telleria GG, et al. Therapeutic lamellar keratoplasty with an automated microkeratome. J Cataract Refract Surg 2001; 27:1161-1165.
82. Anwar M, Teichmann KD. The big bubble technique in baring of descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. J Cataract Refract Surg 2002;28:398-403.
83. Colin J, Cochener B, Savary G, et al. Correcting keratoconus with intracorneal rings. J Cataract Refract Surg 2000;26:1117-1122.
84. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. Am J Ophthalmol 2003;135:620-627.
85. Blaydes JE. Prefitting evaluation, in: Kasti PR, Ed.). Contact Lenses. The CLAO Guide to basic science and clinical practice. Volume II. Iowa:Kendall/Hunt Publishing Company. 1995:1-10.
86. Dominguez CE, Shah A, Weissman BA. Bitoric gas-permeable contact lens application in pellucid marginal corneal degeneration. Eye Contact Lens. 2005 Sep;31(5):241-3.
87. Erda N. Astigmatizmada kontakt lens. MN Oftalmoloji 1994;1:40-3.
88. Erda N. Sert lens materyali. XVI. Ulusal Oftalmoloji Kurs Kitabr: Kontakt Lens. Ankara. Tekışık Web Ofset, 1994:68-72.
89. Esgin H, Erda N. Corneal endothelial polymegethism and pleomorphism induced by daily-wear rigid gas-permeable contact lenses. CLAO J. 2002 Jan;28(1):40-3.
90. Fujita H, Şano K, Sasaki S, Ohno-Matsui K, Tanaka T, Baba T, Mochizuki M. Ocular discomfort at the initial wearing of rigid gas permeable contact lenses. Jpn J Ophthalmol. 2004 Jul-Aug; 48(4):376-9.

91. Geerards AJ, Vreugdenhil W, Khazen A. Incidence of rigid gas-permeable contact lens wear after keratoplasty for keratoconus. Eye Contact Lens. 2006 Jul; 32(4):207-10.
92. Gemoules G. Therapeutic effects of contact lenses after refractive surgery. Eye Contact Lens. 2005 Jan; 31 (1): 12-22.
93. Güzey M, Satıcı A, Çam V: Fluorosilikon akrilat sert gaz geçirgen kontakt lens sonuçlarımız. IV. Ulusal Medikal Kontakt Lens Kongre Bülteni. Editor: Kanpolat A. Ankara. Medikal Network., 1996:64-72.
94. Hanisch KT, Neppert B, Geerling G. [Gas permeable scleral lenses as a conservative treatment option for extreme corneal ectasias and severe dry eye] Ophthalmologe. 2005 Apr; 102(4):387-92.
95. İskeleli G: Adaptasyon semptomları. XIV. Ulusal Oftalmoloji Kurs Kitabı: Kontakt Lens. Ankara. Tekışık Web Ofset, 1994:197-204.
96. Jani BR, Szczotka LB. Efficiency and accuracy of two computerized topography software systems for fitting rigid gas permeable contact lenses. CLAO J. 2000 Ap-.26(2):91-6.
97. Kanpolat A, Uçakhan Ö: Gaz Geçirgen Sert Kontakt Lensler. Kitap: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:4: Kontakt Lensler ve Uygulanması. Scala Basım Yayım Tanıtım, İstanbul. 2005:53-67.
98. Kanpolat A, Uçakhan ÖÖ: The use of rigid gas permeable contact lenses in scarred corneas. CLAO J 1995; 21:64-6. Yılmaz M, Batuoğlu F, Akbaş F: Piggyback contact lens revisited. Contactologia 1994;16 E:129-32.
99. Kasti PR. Correction of astigmatism with rigid gas permeable lenses. Ophthalmol Clin North Am. 2003 Sep; 16(3) :359-63.
100. Kompella VB, Aasuri MK, Rao GN. Management of pellucid marginal corneal degeneration with rigid gas permeable contact lenses. CLAO J. 2002 Jul; 28(3):140-5.
101. Lindsay RG, Crock GW. A bitoric rigid contact lens with base down prism to eliminate binocular vertical diplopia. Clin Exp Optom. 2005 Jan; 88(1):55-7.
102. Liu J, Leach NE, Bergmanson JP. Reverse-geometry gas-permeable lens design for pellucid marginal degeneration. Eye Contact Lens. 2005 May;31(3):127-9.
103. Lois N, Dias JL, Cohen EJ. Use of contact lenses in patients with filtering blebs. CLAO J. 1997Apr; 23(2):100-2.

- 104.Looi AL, Lim L, Tan DT. Visual rehabilitation with new-age rigid gas-permeable scleral contact lenses-a case series. Ann Acad Med Singapore. 2002 Mar;31 (2):234-7.
- 105.Martin R, de Juan V. Reverse geometry contact lens fitting in corneal scar caused by perforating corneal injuries. Cont Lens Anterior Eye. 2007 Mar;30(1):67-70, Epub 2006 Dec 21.
- 106.Martin R, Rodriguez G, Reverse geometry contact lens fitting after corneal refractive surgery. J Refract Surg. 2005 Nov-Dec;21 (6):753-6.
- 107.Murphy PJ, Patel S, Marshall J. The effect of long-term, daily contact lens wear on corneal sensitivity. Cornea. 2001 Apr;20(3);264-9.
- 108.O'donnell C, Welham L, Doyle S. Contact lens management of keratectasia after laser in situ keratomileusis for myopia. Eye Contact Lens. 2004 Jul;30(3):144-G.
- 109.Edmonds MT, Gan İM, Oosting J, Kijlstra A, Beekhuis WH. Long-term changes in corneal endothelial morphology after discontinuation of low gas-permeable contact lens wear. Cornea. 2005 Jan;24(1):32-8.
- 110.Özbek Z, Cohen EJ. Use of intralimbal rigid gas-permeable lenses for pellucid marginal degeneration, keratoconus, and after penetrating keratoplasty. Eye Contact Lens. 2006 Jan;32(1):33-6.
- 111.Pederson K. Enhance postoperative filtering bleb-induced vision difficulties with well-fitted GP contact (oxygen-permeable) lenses. Optometry. 2005 Feb;76(2) 115-22.
- 112.Qu J, Lu F, Mao XJ, Mao CR. Study of corrected visual performance and vision quality. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2003 Jun;39(6):325-7.
- 113.Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Göz kliniği Keratokonuslu olguların orbscan ile iki yıllık takip sonuçları.J Cataract Refract Surgery 2008
- 114.Collaborative Longitudinal Evaluation of Study submitted October 2000
- 115.Lackner B,SchmidingerG,Pieh S ,et al.Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam ,Orbscan and Ultrasound.Optom Vis Sci 2005;82: 892-899
- 116.Dilraj S,MD,Gagandeep S.Brar. Catarakt Refract Surg. 2009.Cornea collagen crosslinking using riboflavin and UV light for keratoconus .
- 117.Sergio K.,MD.,Norton Souto. Catarakt Refract Surg. 2005.Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus

ÖZGEÇMİŞ

08.09.1981 yılında İstanbul'da doğdum. İlkokulu Adana Ceyhan Sakarya İlköğretim okulunda, Ortaokulu Ceyhan Anadolu Lisesinde ve Lise eğitimimi Ankara Samanyolu Fen Lisesinde tamamladım. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesinden 2004 yılında mezun oldum, 2005 Eylül TUS sınavında Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları İhtisasını kazandım. Yabancı dilim ileri derecede ingilizcedir.