

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**SORUNSUZ FAKOEMÜLSİFİKASYON VE
GÖZ İÇİ LENS YERLEŞTİRİLMESİ
UYGULANARAK KATARAKT CERRAHİSİ
YAPILAN OLGULARDA ÖN SEGMENT
PARAMETRELERİ DEĞİŞİMLERİNİN
PENTACAM-SCHEIMFLUG YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. P. Gül BOZGÜL FIRAT
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Selim DOĞANAY**

MALATYA – 2008

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**SORUNSUZ FAKOEMÜLSİFİKASYON VE GÖZ İÇİ
LENS YERLEŞTİRİLMESİ UYGULANARAK
KATARAKT CERRAHİSİ YAPILAN OLGULARDA ÖN
SEGMENT PARAMETRELERİ DEĞİŞİMLERİNİN
PENTACAM-SCHEIMFLUG YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. P. Gül BOZGÜL FIRAT
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Selim DOĞANAY**

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince yetişmemde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, iyi bir göz cerrahı olarak yetişmemizde büyük katkıları olan, göz cerrahisini en ince ayrıntısına kadar öğreten ve tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Selim DOĞANAY'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Eğitim sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalanma fırsatı bulduğum Prof. Dr. Hamdi ER, Prof. Dr. İbrahim Fevzi HEPŞEN, Doç. Dr. Hüseyin BAYRAMLAR , Doç. Dr. Yüksel TOTAN, Yrd. Doç. Dr. Sinan EMRE ve Yrd. Doç. Dr. Peykan TÜRKCÜOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim boyunca pek çok şey paylaştığımız sevgili asistan arkadaşlarıma, kliniğimizde çalışan hemşire ve personelimize teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim ve öğrenim hayatımda desteklerini hep yanımda hissettiğim aileme sonsuz hürmet ve sevgilerimi sunarım.

Dr. P. Gül BOZGÜL FIRAT

İÇİNDEKİLER	I
ÇİZELGELER DİZİNİ	
SİMGELER VE KISALTMALAR	II
GRAFİKLER DİZİNİ	III
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ	7
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER	
2. 1. Göz Ön Segment Yapılarının Anatomi Fizyoloji ve Histolojisi	
2.1.1. Kornea	9
2.1.2. Ön Kamara Açısı	14
2.1.3. Pupilla	18
2.1.4. Lens	19
2.2. Hümör Aköz Dinamiği	
2.2.1. Siliyer Cisim Anatomisi	25
2.2.2. Hümör Aközün Biyokimyasal Yapısı	26
2.2.3. Hümör Aköz Yapım Mekanizmaları ve Fizyolojisi	26
2.2.4. Göz İçi Basıncı	27
2.3. Ön Segment Görüntüleme Cihazları	28
2.4. Fakoemülsifikasyon	
2.2.1. Tarihçe	33
2.2.2. Fakoemülsifikasyon Prensipleri	36
BÖLÜM III. HASTA VE YÖNTEM	38
BÖLÜM IV. BULGULAR	40
BÖLÜM V. TARTIŞMA	48
BÖLÜM VI. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
BÖLÜM VII. ÖZET	60
BÖLÜM VIII. SUMMARY	61
BÖLÜM IX. KAYNAKLAR	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

FAKO: Fakoemülsifikasyon

GİL: Göz içi lensi

ÖKD: Ön kamara derinliği

ÖKA: Ön kamara açısı

SKK: Santral korneal kalınlık

PAAG: Primer açık açılı glokom

PAKG: Primer açı kapanması glokomu

ÖKH: Ön kamara hacmi

GİB: Göz içi basıncı

D: Diyoptri

K: Keratometri

ÖKDA: Ön kamara derinlik analizatörü

NK: Nükleer katarakt

KK: Kortikal katarakt

ASK: Arka subkapsüler katarakt

PEX: Psödoeksfoliasyon

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S.: Ameliyat sonrası

IOL: Intraocular lens

IOP: Intraocular pressure

ACD: Anterior chamber depth

ACV: Anterior chamber volume

ACA: Anterior chamber angle

CCT: Central corneal thickness

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Yaşla bağlı katarakta meydana gelen biyokimyasal değişiklikler

Tablo 2: Ameliyat öncesi özellikler

Tablo 3: Katarakt tipleri

Tablo 4: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası GİB değerleri

Tablo 5: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKA değerleri

Tablo 6: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKD değerleri

Tablo 7: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri

Tablo 8: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası SKK değerleri

Tablo 9: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası pupilla çapı değerleri

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası GİB değerleri

Grafik 2: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKA değerleri

Grafik 3: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKD değerleri

Grafik 4: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri

Grafik 5: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası SKK değerleri

Grafik 6: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası pupilla çap değerleri

Şekil 1: Ön kamara açısı elemanları

Şekil 2: Pentacam-Scheimflug ile ön segment görüntüleme

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Modern katarakt cerrahisinde ana amaç, göz anatomi ve fizyolojisine en uygun yöntemle kataraktöz lensin çıkarılması ve doğal lense benzer özellikteki yapay göz içi lensinin (GİL) yerleştirilmesidir. Günümüzde bu amaçlara en uygun ameliyat yöntemi fakoemülsifikasyon cerrahisidir. Katarakt cerrahisinde fakoemülsifikasyon yönteminin temelleri ilk kez 1967 yılında Kelman tarafından atılmıştır (1).

Katarakt cerrahisi ve GİL yerleştirilmesi sonrası ön kamara derinliği (ÖKD) ve ön kamara açısı (ÖKA) genişliği gibi ön segment parametrelerinde değişim olduğu bilinmektedir (2). Göz ön segmentinin değerlendirilmesi rutin göz muayenesinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Santral korneal kalınlık (SKK), ÖKD ve ÖKA özellikle primer açık açılı glokomu (PAAG) ve primer açı kapanması glokomunun (PAKG) tanı ve takibinde kullanılan ön segment parametreleridir. PAAG ve PAKG'nun yanında katarakt cerrahisi sonrası bu parametrelerdeki değişimleri kalitatif ve kantitatif bir şekilde ortaya koymak amacıyla farklı teknikler kullanılarak pek çok araştırma yapılmıştır (2-6). Ön segmenti görüntülemek için kullanılan bu metodlar arasında, Optik koherens tomografi, Ultrasonik biyomikroskopi, Tarayıcı-slit topografi ve Pentacam-Scheimflug cihazını sıralayabiliriz. Bu invaziv olmayan görüntüleme sistemleri, prensiplerine göre fotografik, ultrasonik ve optik olarak sınıflandırılabilir (7).

Bu yöntemlerden biri olan Pentacam-Scheimflug cihazı, ön segmenti görüntülemek için Scheimflug prensibini kullanır. Scheimflug prensibi, kameranın filmine paralel olmayan nesnelerin fotoğraflarının optik özelliklerini tarifler. Slit halindeki ışını içeren plan ile görüntü planının tek noktada karşılaşması ve karşılaşan açılarının eşit olması gerekmektedir. Pentacam-Scheimflug cihazı spesifik olarak ön segment yapılarının değerlendirilmesi için dizayn edilmiş kontakt olmayan optik bir sistemdir. Dönen bir Scheimflug kamerası ile 2 saniye içerisinde 50 kadar ön segmentin slit görüntüsünü alabilir. Toplanan bu slit görüntülerle üç

boyutlu görüntü oluşturulur. İkinci bir kamera ise göz hareketlerini yakalar ve uygun düzeltmeleri yapar. Kornea ön ve arka yüzeyin topografisini, korneal kalınlığı, ÖKD, ÖKA, lens kalınlığı ve opasitelerini değerlendirmek için veri toplar (8).

Biz çalışmamızda Pentacam-Scheimflug görüntüleme cihazını kullanarak kataraktlı olgularda sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi cerrahisinin pupilla çapı, SKK, ön kamara hacmi (ÖKH), ÖKD, ÖKA ve göz içi basıncı (GİB) üzerine olan etkilerini değerlendirmeyi amaçladık. Bunun için olguların ameliyat öncesi ve sonrası 1., 3. ve 6. aylarda Pentacam-Scheimflug görüntüleme cihazı ile ön segment görüntüleri alındıktan sonra Goldmann aplanasyon tonometrisi ile GİB ölçüldü. Sorunsuz bir fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi sonrası ön segment parametrelerindeki değişimin gösterilmesinin fakoemülsifikasyonun günümüzde en fazla uygulanan ameliyatlardan biri olduğu göz önüne alındığında literatüre önemli bilgiler katacağını düşünmekteyiz.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. Göz Ön Segment Anatomi, Histoloji ve Fizyolojisi

Göz ön segmenti (kamara), önde kornea, arkada ise iris ve pupilla ile sınırlanmıştır. Ön kamaranın iris kökü ve kornea arasında kalan bölgesinde 'ön kamara açısı' bulunur.

Ön kamara, arka kamaradaki siliyer epitelden salgılanan, yaklaşık 250 µl hümeör aköz ile doludur. Ön kamara derinliği değişkendir. Afaklarda ve miyoplarda derin, hipermetroplarda ise dardır. Ön kamara derinliği merkezde en derin olup, iris kökünde ise sığdır.

2.1.1. Kornea

Göz, organogenez sırasında 4–6. gestasyonel haftalarda gelişirken ön segment oluşumları (ön kamara, iris, iridokorneal açısı) 6–16. gestasyonel haftalarda gelişirler. Embriyolojik olarak, kornea epiteli yüzey ektoderminden, kornea stroması ve sklera ise nöral krestten köken alan mezenşimal hücrelerden gelişir (9).

Eskiden kornea endoteli ve keratositlerin mezoderm kaynaklı oldukları düşünülürken, bugün endotel hücrelerinin nöral krest kaynaklı olduğu immünohistokimyasal çalışmalarda gösterilmiştir (10).

Kornea Anatomisi

Kornea, dış yüzünün vertikal çapı ortalama 11.0 mm, horizontal çapı ortalama 12.6 mm olan horizontal oval bir şekle sahip damardan yoksun, şeffaf bir dokudur (1, 2, 6-10). Refraktif indeksi 1.376 olmasına karşın keratometre kalibrasyonlarında 1.3375 olarak alınmaktadır. Kornea iç yüzü ise daha yuvarlaktır ve iç yüzde horizontal ve vertikal çaplar hemen hemen eşit olup, ortalama 11.6 mm'dir.

Korneanın santralinden periferik gidildikçe kırıcılık azalır. Doğumdan sonra 3. yılın sonuna kadar büyümeye devam eden korneanın santral kalınlığı, yaşamın ilk haftasında 0.58 mm iken erişkinde 0.52 mm, periferde ise 0.70 mm'dir (11, 12).

Korneanın santral 1/3' ü sferik bir yapıda olup optik zon olarak bilinir ve ortalama eğrilik yarıçapı 7.8 mm'dir (6.7-9.4 mm). Gözün toplam kırma gücünün (58.6 D) % 74'ü kornea tarafından oluşturulmaktadır (43.25 D).

Kornea beslenmesi, aköz hümörden glukozun difüzyonu yolu ile olmaktadır. Korneanın oksijen ihtiyacı ise, gözyaşından difüzyon ve limbal damarlardan karşılanır.

Kornea vücuttaki en fazla sinir sonlanmasına sahip dokudur ve konjonktivadan yüz kat daha fazla duyuya sahiptir. Duyu sinirleri uzun siliyer sinirlerden ve subepitelyal sinir pleksuslarından gelmektedir.

Kornea Histolojisi

Kornea dıştan içe doğru beş tabakaya ayrılır (11).

1. Epitel

2. Bowman Tabakası

3. Stroma

4. Desme Membranı

5. Endotel

Epitel; en yüzeysel tabakadır ve kornea kalınlığının yaklaşık % 10'unu (50 µm) oluşturur. Son derece ince bir bazal membran üzerine oturan beş veya altı katlı, sekretuar olmayan çok katlı yassı epitel yapısındadır (9, 11, 12). Epiteli üç farklı tipte hücre grubu oluşturur. Bazal epitel hücreleri, küboidal yapıda olup tek sıra halinde dizilirken, bazal membrana oturan yüzleri düz, apikal yüzeyleri yuvarlak hücrelerdir. Bazal tabaka hücreleri mitotik aktiviteye sahiptirler ve mitoz bölünmeyle çoğalarak yeni kornea epitel hücrelerini oluştururlar. Metabolik ve sentetik aktiviteleri fazla olduğundan sitoplazmalarında bol miktarda mitokondri ve golgi cisimciği mevcuttur. Ayrıca bol miktarda glikojen depolanmış durumdadır. Ayrıca tonofilamanlar ve aktin filamanları içerirler. Mitotik aktiviteye sahip bazal tabaka hücrelerinin kaynağı limbusda yerleşmiş olan kök hücreleridir (9, 13). Bazal hücrelerin üzerine oturan, iki-üç sıra halinde dizilmiş olan tabakaya 'kanat' hücre tabakası denir. Bu hücrelerin ön yüzleri konveks, arka yüzeyleri konkavdır. Bazal hücreler kenarlara doğru incelen yapıda olduklarından sagittal kesitlerde kanat şeklinde görünürler. En üstte ise 2-3 sıra halinde dizilmiş, yüzeysel "yassı" hücreler yer alır. Bunlar apikal yüzeylerinde çok sayıda mikrovillus ve mikrofilaman içerirler. Bu mikrovillus ve mikrofilamanlar, korneanın

hemen önünde bulunan gözyaşı filminin müköz tabakası ile sıkı temas sağlarlar. Kornea epitel, periferde yüzeyi daha düzensiz olan ve Goblet hücreleri içermesi ile korneal epitelden ayrılan limbal epitel ile devam eder (9, 14). Sağlıklı oküler yüzey, kornea epitel hücreleri ve konjonktiva epitel hücreleri olmak üzere iki farklı tip epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Kornea epitel hücreleri, korneanın saydam olması ve iyi görme için gereklidir. Epitel bazal membranı histopatolojik olarak PAS ile pozitif boyanan gerçek bir bazal membrandır. Bazal membran yaklaşık 0.05 µm kalınlığındadır ve sıkıca bağlanan fibril ve plak gibi çok iyi anlaşılammış mekanizmalar ile altındaki Bowman tabakasına bağlıdır (15). Bazal membran en büyük yapısal bileşimini Tip 4 kollajen olmak üzere Tip 5 ve Tip 7 kollajen, laminin, entaktin ve heparin sülfat proteoglikan gibi ekstraselüler matriks proteinleri oluşturmaktadır.

Bowman tabakası; epitel bazal membranının hemen altında yer alan, üniform kalınlıkta (10–16 µm) homojen bir tabakadır. Aslında stromaya ait, önde lokalize olmuş modifiye bir elemandır. Yalnızca homojenitesi, fibroblast içermemesi, elektron mikroskopide kollajen fibrillerin kalınlığı (14–36 µm) ve oryantasyonları yönünden farklılık gösterir. Histokimyasal olarak Trikrom boyası ile stroma gibi mavi-yeşil boyanır. Önde bazal membran ile bağlantıları olup, arkada stromanın yüzeyel lamellerine karışır. Bowman tabakası travma, ülser veya diğer nedenlerle hasara uğrarsa rejenere olmaz. Bu tür defektler ancak epitelin hasarlı alana ilerlemesi (fasetasyon) veya stromal kollajenin bu alanı doldurması (fibrozis) ile kapanır. Korneayı N. Trigemini'nin oftalmik dalının N. Ciliaris Longus liflerinden gelen, miyelinize olmayan çok sayıda sinir lifi innerve eder. Bowman tabakasında korneal sinirlerin uç dallarının geçiş noktaları olan pek çok por vardır (9, 14).

Stroma (Substantia propria); kornea kalınlığının % 90'ını oluşturur. Primer olarak keratan sülfat ve kondroidin sülfat içeren mukopolisakkarit ara madde içerisinde birbirine paralel sıralanmış düzgün kollajen fibriller ve keratosit, korneal hücre veya korpüskül denilen fibroblast benzeri hücrelerden meydana gelmiştir. Keratositler, kollajen lifleri ve ara maddeyi sentezlemenin yanı sıra patolojik süreçlerde fagositoz ve onarım işlevlerini de yüklenirler. Kollajen liflerin her biri 21–65 µm çapında olup Tip I ve Tip V kollajen içerirler. Kollajen lifler ortogonal lameller halinde düzgün dizilerek korneal saydamlığa katkıda bulunurlar. Kollajen lifler paralel ve çok geniş açılarla birbirine bağlı, 250–300 bantdan oluşan stromal lamelleri meydana getirirler. Her lamel, yaklaşık 2 µm kalınlığında ve 10- 250 µm uzunluğundadır. Korneal stromada tek tük görülen lenfosit dışında iltihabi hücre bulunmaz. Kornea damardan yoksun yapıdadır. Kollajen liflerin çok düzenli dizilimi (dalga boyu / 2 aralıkta), kan damarı bulunmaması ve keratositler hariç hücre bulunmaması korneanın saydamlığını sağlayan ana faktörlerdir (9, 14).

Desme membranı; stromanın altında uzanan kornea endotelinin yaptığı PAS pozitif gerçek bir bazal membrandır. Desme membranının kalınlığı yaş ile artarak 10 µm'ye ulaşır. Tip IV, Tip V ve tek kısa zincir yapan kollajen tipi olan Tip III' ü içerir. Tip III kollajen, desme membranında hegzagonal bir şebeke oluşturur. Yüksek oranda glisin, hidroksiglisin ve hidroksiprolin içerir. Desme membranında bulunan kollajen stromaya oranla kollajenzalara karşı daha dirençlidir. Bu nedenle derin korneal ülserlerde perforasyona karşı bir bariyer fonksiyonu görür. Desme membranının en periferik uzantısı, Schwalbe hattını oluşturur. Desme membranı hasara uğradığı zaman kısmen rejenere olabilir. Travma nedeniyle koptuğu zaman patognomonik olarak tomar şeklinde kıvrılmış, yaylanmış veya dalgalı görünür (14, 15, 16).

Endotel; desme membranının arkasında korneanın en iç tabakasını oluşturan, hümör aközle temasta olan tek katlı hücre tabakasıdır. Boyuna kesitlerde küboidal, enine kesitlerde poligonal (rektangüler) şekilde izlenirler. Tek katlı, 4-6 µm kalınlıkta, uniform kaldırım taşı mozayığında, 5-7 kenarlı hücrelerden oluşurlar. Endotel hücreleri bariyer ve pompa fonksiyonları sayesinde korneanın hidrasyonunu kontrol eden en önemli tabakadır. İnsan kornea endoteli proliferer olmaz. Endotel kaybı olduğunda bu alan komşu endotel hücrelerince kapatılır (12, 14).

Doğumda endotel sayısı 3.500- 4.000/mm² (yaklaşık 350.000 - 400.000 hücre)'dir. Speküler mikroskopi kullanılarak direkt muayenede endotelin durumu değerlendirilebilir. Kornea ödeminin endotelin speküler mikroskop ile direkt görüntülenmesini engellediği olgularda konfokal mikroskopi değerli olabilir. Normal kornealarda santral endotel hücre yoğunluğu yılda ortalama % 0.6 azalır (17).

Hayat boyunca endotel hücre yoğunluğu ve topografisi değişir. İkinci ve sekizinci dekatlar arasında endotel hücre yoğunluğu 3.000–4.000 hücre/mm²'den 2.600 hücre/ mm²'ye düşer ve altıgen hücrelerin yüzdesi % 75'ten % 60 civarına iner (18).

Korneanın normal şişkinliğinin korunması için gereken hücre/mm² sayısı bilinmemektedir. Ancak çeşitli bölgelerinde 1000 hücre/mm² hücre sayısı ileri dönemde kornea ödemi gelişimi için risk taşır. Hücre yoğunluğunun yanı sıra endotel hücre morfolojisi de fonksiyonu etkiler. Hücre boyutunda farklılıklar (polimegatizm) ve şekil değişiklikleri (polimorfizm) içeren endotel hücreleri normal morfolojiye sahip endotel hücrelerine göre hipoksik strese daha az dayanıklıdırlar (19).

Kornea Fizyolojisi

Normal oküler yüzey, gözyaşı film tabakası ile kaplıdır. Kornea önünde bulunan gözyaşı film tabakası-hava interferansı, gözün refraksiyondaki ilk kırma noktası olduğundan, normal bir görsel rehabilitasyon açısından sağlıklı bir gözyaşı tabakası şarttır.

Kornea, gözyaşı film tabakası ile birlikte gözün en kırıcı tabakasıdır. Kornea ön yüzünün kırıcılığı +48.8 Diyoptri (D)'dir. Ön yüzün kırıcılığı hava-gözyaşı film tabakası (+43.6 D) ile gözyaşı film tabakası-kornea (+5.3 D) kırıcılığının toplamıdır. Kornea arka yüzünün kırıcılığı -5.8 D olup korneanın toplam kırıcılığı +43.0 D ile insan gözünün +58.6 D olan toplam kırma gücünün % 74' ünü teşkil eder. Bu nedenle korneanın saydam kalması görme fonksiyonu yönünden önemlidir (12, 14, 16).

a) Saydamlık: Korneanın saydam kalması; kornea su oranının sabit tutulması, kollajen liflerinin çapları ve düzenli dizilimi, kornea yüzeyinin düzgünlüğü, damar içermemesi ve rölatif olarak az hücre içermesi gibi faktörlere bağlıdır. Su içeriğinin ayarlanması, temel olarak hüme aköze pompalama işlevini gören endotel hücrelerinin başarısıdır. "Endotelial kompanzasyon" denen bu işlevi bozan her türlü etki ile "endotelial dekompanzasyona" bağlı ödem gelişerek kornea saydamlığını kaybeder ve bulanık-mat hale gelir. Endotel hücre yoğunluğunun çok büyük bir kısmı kaybedilse bile (%80) kalan endotel hücreleri endotelial pompa işlevini sürdürebilir. Ayrıca prekorneal gözyaşı filminin normal işlev görmesi hem korneal yüzeyin düzgünlüğü, hem de stromanın hidrasyonu açısından son derece önemlidir (12, 20).

b) Geçirgenlik: Kornea epitel ve endoteli yarı geçirgen membranlardır. Epitel ve endotel, suda çözünür maddelerin pasif geçişine izin vermezken, yağda çözünen maddelerin serbestçe geçişine izin verirler. Bunun aksine kornea stroması suda çözünenlere geçirgen olup, yağda çözünenlere geçirgen değildir. Bu nedenle korneanın tüm katlarını ancak nötral hidrojen konsantrasyonunda hem suda hem yağda çözünen maddeler geçebilir. Tedavide kullanılan alkoloid ve diğer zayıf elektrolitler bu şartlara uyar. Genel kurala uymayan tek molekül sudur. Su lipide çözünmemesine rağmen tüm membranları kolayca geçer (12, 20).

c) Beslenme ve metabolizma: Kornea, damardan yoksun bir yapıdır ve normalde kornea periferinde limbus içerisinde yerleşik damarlar periferel stromaya 0.75–1.0 mm'den fazla penetre olmaz. Epitel ve endoteldeki aktif ATP pompaları için gerekli glukoz ve diğer metabolitler başta hüme aköz olmak üzere limbal damarlar ve gözyaşından difüzyon yolu ile korneaya ulaşırlar. Oksijen ihtiyacının %90'ı kornea epiteli üzerindeki gözyaşı film tabakası aracılığı ile atmosferden karşılanır. Geri kalan çok az miktardaki ihtiyaç ise hüme aköz ve limbal damarlardan sağlanır (12, 20).

2.1.2. Ön Kamara Açısı

Ön Kamara Açısı Embryolojisi

Gestasyonun 5. haftasında kornea posterior periferinde bulunan sinir hücreleri ön kamara açısı, trabeküler ağ ve Schlemm kanalına dönüşür.

Ön Kamara Açısı Anatomisi

Arka kamaradan ön kamaraya doğru olan aköz akışı pupilla açıklığından gerçekleşir ve 2 farklı yolla direne olur.

- 1. Direkt akım yolu:** Trabeküler yol ya da konvansiyonel yol da denir. Aköz dışı akımının %83-96'sından sorumludur. Aköz, trabekülüm yoluyla Schlemm kanalına ve toplayıcı kanallara geçer. Oradan da sklera-içi ve episkleral venler aracılığıyla direne olur. Bu yol akım basıncına hassas bir yol olup basıncın zirve noktasındaki artış, dışı akımı da artıracaktır. Bu nedenle 'basıncı bağımlı yol' olarak da adlandırılır.
- 2. İndirekt akım yolu:** Uveaskleral yada konvansiyonel olmayan yol da denir. Aköz, siliyer kasın interstisyel aralıklarından koroid veya suprakoroid aralığa ve oradan skleraya veya skleranın vasküler kanallarıyla orbitanın bağ dokusuna akar. Buradan da venlerle genel dolaşıma direne olur. Bu yol aköz akımının %5-15'inden sorumludur ve GİB'dan bağımsızdır (21, 22).

Ön Kamara Açısı Histolojisi

Skleral mahmuz

Skleral sulkusun arka duvarını oluşturan fibriller limbusa paralel uzanır ve içe doğru skleral mahmuzu oluştururlar. Skleral mahmuz %75-80 kollajen, %5 elastik dokudan oluşur. Skleral mahmuz, siliyer kasın Schlemm kanalını kollabe etmesini önler (21).

Schwalbe hattı

Trabeküler ağın apikal kısmının önündeki 50-150 µm genişliğindeki düz alana 'S bölgesi' denir. Bu bölgenin önünde trabeküllerden korneal endotele dönüşüm ve desme membranının sonu yer alır. Arka kısmına ise 'Schwalbe hattı' denir. Schwalbe hattı uveal trabekülün limbal stromaya oblik olarak insersiyonuyla meydana gelir (21).

Trabeküler ağ

Schlemm kanalının önünü kaplayan ince ağ şeklinde tabakalardan oluşmuştur. Her bir ağ kollajen bağ dokusu iskeletini saran endotel hücrelerinden yapılmıştır. Bu endotel hücrelerinin fagositik özellikleri vardır (23, 24).

Trabeküler ağ 3 kısımdır:

- 1. Uveal ağ:** Ön kamaradaki aközle komşu olup iris kökünden Schwalbe hattına uzanan bantlardan meydana gelir. Bantların arası 25–75 µm genişlikte düzensiz kanallar şeklindedir.
- 2. Korneaskleral ağ:** Skleral mahmuzdan skleral sulkusun ön duvarına kadar uzanır. Eliptik delikleri olan tabakalar içerir. Bu delikler 5–50 µm çaptadırlar ve Schlemm kanalına yaklaştıkça daha da küçülürler.
- 3. Jukstakanaliküler ağ:** Korneaskleral ağı Schlemm kanalının iç duvarında yer alan endotele bağlayan en dıştaki kısımdır. Dış endotel tabakası Schlemm kanalının iç duvarını oluşturur. İç endotel tabakası ise trabeküler endotel ile devam eder. Aközün dışa akışına karşı koyan direncin büyük kısmını jukstakanaliküler ağ oluşturur.

Bu 3 kısım ‘filtran trabeküler ağ’ı oluşturur. Scwalbe hattının hemen arkasında yer alan ön trabeküler ağın Schlemm kanalıyla bağlantısı yoktur. Bu nedenle ‘non-filtran trabeküler ağ’ olarak adlandırılır (21, 22).

Schlemm kanalı

Skleral sulkus, trabeküler ağ tarafından bir kanala dönüştürülür. Ön kamara etrafında 360° dolanan bu kanala ‘Schlemm kanalı’ denir. 190–370 µm kalınlıkta ve endotelle çevrilidir. Tek bir kanal olabildiği gibi septumlarla ayrılmışta olabilir. İç endotel tabakası aközün, sklera-içi kanallarla girmeden önce geçeceği son dokudur. Yüzeyi kistik vakuoller ve kanala doğru uzanan parmaklı çıkıntılar nedeniyle tümsektir. Endotel hücreleri arasında 0.5–2 µm kalınlıkta porlar vardır. Schlemm kanalının dış duvar endoteli ise por içermeyen tek tabakalı kısa ve büyük hücrelerden oluşur (22, 23).

Sklera-içi kanallar

Schlemm kanalı kompleks bir damar sistemiyle episkleral ve konjonktival venlere bağlanır. Sklera-içi aköz damarları, Schlemm kanalının dış duvarından çıkarlar. Sklera-içi kanalların proksimal kısmına ‘toplayıcı kanallar’ da denir (23).

Episkleral ve konjonktival venler

Aközün büyük kısmı episkleral venlere direne olurken bir kısmı da konjonktiva altı dokudan geçip konjonktival venlere direne olur. Episkleral venler anterior siliyer ve süperior oftalmik venlerle kavernoöz sinüse, konjonktival venler de süperior oftalmik veya fasiyal venlere direne olur.

Konvansiyonel Olmayan Aköz Akım Yolları

Retina ve kornea gibi birçok oküler doku az miktarda da olsa aközü absorbe ettiği için konvansiyonel olmayan yola dahil edilebilirler. Konvansiyonel olmayan yol terimi uveal yoldan dışa akım yolu için kullanılır. Aköz ön uveadan gözü 2 şekilde terk eder:

1. Uveaskleral akım: Aköz, iris kökünden ve siliyer kasın interstisyel aralıklarından geçerek suprakoroidal alana ulaşır. Buradan siliyer arter ve sinirleri çevreleyen skleral porlar yoluyla ya da skleranın kollajen maddesinden geçerek episkleral dokuya geçer. Suprakoroidal alanda, ön kamaraya göre daha düşük hidrostatik basınç olması aközü uveaskleral yola yönlendirmektedir.

2. Uveovorteks akım: İris damarları, damarın lümenine enerji bağımlı olmayan veziküler transportla tek yönlü akıma izin verir. Aköz, iris damarları, siliyer kas ve ön koroidi geçtikten sonra vorteks venlerine ulaşır (21).

Aköz Akımına Karşı Normal Direnç

10 mmHg'lık episkleral venöz basınca karşı, 15 mmHg ortalama GİB sağlanması için 5 mmHg'lık dışa akım direnci olması gerekir. Bunu sağlayan mekanizma tam olarak bilinmemektedir. Glokomu olmayan enükle edilmiş bir gözde trabeküler ağın 360 derece insizyonu, direncin % 75'ini ortadan kaldırmaktadır.

Direncin %60-65'inden trabeküler ağın jukstakanaliküler kısmının sorumlu olduğu düşünülmektedir.

Normalde Schlemm kanalı içinde serbest akım vardır. Ancak, artmış GİB ile kanal kollabe olur ve aköz akımına direnç oluşur.

Trabeküler ağdaki çarpazlaşan kollajen lifler Schlemm kanalını ileri geri hareket ettirerek genişliğini değiştirebilirler. Trabeküler ağın gerilmesi, Schlemm kanalını genişleterek iç duvardaki porları artırır ve akım kolaylığı sağlar.

Konvansiyonel olmayan yol GİB'dan bağımsızdır. Çeşitli farmakolojik ajanlar bu yola etki eder. Örneğin; atropin ile akım artarken, pilokarpin ile azalır. Siklodyalizi takiben uveaskleral akım artar. Bu da siliyer kasın hız kısıtlayıcı etkisini gösterir. Siliyer kas tendonunun skleradan ayrılması, ön kamara ile suprakoroidal boşluk arasında serbest bir bağlantı kurarak basınçta azalmaya neden olur. Siliyer kasın intramusküler aralıklarında artışa yol açan hastalıklarda örneğin; iridosiklit ya da siliyokoroidal dekolman gibi siliyer kasta ödem olan durumlarda uveaskleral yoldan akım artar (21).

Ön Kamara Açı Genişliğinin Derecelendirilmesi

Günümüzde kullanılan açı derecelendirme sistemlerinden en fazla tercih edilen Schaffer sistemidir. Açı genişliğinin tayin edilmesi sırasıyla trabekulum iç yüzüne ve irisin ön yüzüne denk gelen iki teğet çizgi arasındaki açıklık miktarının gözlemlenmesiyle gerçekleşir. Açı yapılarının görülebilirliklerine göre derecelendirilir. Bu sistemle her bir açıya bir sayısal derece (4–0) verilmekte, açının derece cinsinden genişliğini ve tahmini klinik yorumu da belirtilmektedir.

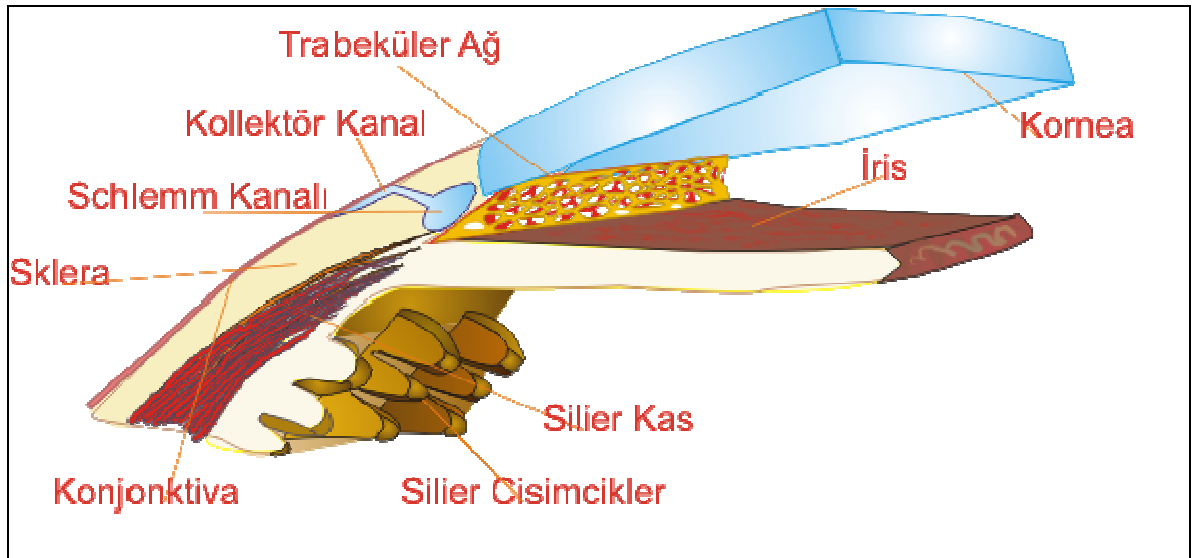
1. Grade 4 (35–45°) : Siliyer cismin rahatlıkla görülebildiği en geniş açıdır. Kapanması mümkün değildir.

2. Grade 3 (20–35°) : Skleral mahmuzun seçilebildiği açık bir açıdır. Kapanması mümkün değildir.

3. Grade 2 (20°) : Sadece trabekulumun izlenebildiği orta derecede dar bir açıdır. Açının kapanma olasılığı azda olsa vardır.

4. Grade 1 (10°) : Sadece Schwalbe hattının veya trabekulumun en üst kısmının izlenebildiği oldukça dar bir açıdır. Kapanma riski yüksektir.

5. Grade 0 (0°) : İridokorneal temas neticesinde kapanmış olan açıdır. Korneal kamamın temas noktasının seçilemeyeşi ile teşhis edilir (25).



Şekil 1: Ön Kamara Açı Elemanları

2.1.3. Pupilla

Pupilla irisin ortasında bulunan, aköz hümörün arka kamaradan ön kamaraya geçişini sağlayan açıklıktır. Ayrıca göze giren ışık miktarını ayarlayarak odaklaşma derinliğini artırırken sferik ve kromatik aberasyonları önler.

Normal pupillanın çapı 2–6 mm olup, normal ışıklandırılmış bir odada ortalama 3 mm'dir. İnfantlarda pupilla daha küçük olup 7–8 yaşlarında normal çapına ulaşır. Yaşlılarda daha küçük olma eğilimindedir. Normal kişilerin yaklaşık % 20'sinde pupilla çaplarının farklı olduğu unutulmamalıdır. Bu duruma fizyolojik anizokori denir.

Pupillanın ışık ve akomodasyon reflekslerinin değerlendirilmesi görme yollarındaki lezyonların lokalizasyonunda büyük önem taşır.

Pupilla Işık Refleksi

Bu refleks yolu, ışık uyarımını fark edip ileten bir getirici yol ve irisin kaslarına ileten bir götürücü yoldan oluşur.

Pupilla ışık refleksi dört nöron içeren bir arktır.

Birinci nöron, retina ile orta beyinde kollikulus süperior seviyesindeki pretektal nükleusu birleştirir. Refleks, retina fotoreseptörlerinin ışıkla uyarılmasıyla başlar. Retinanın nazal yarısından gelen impulslar optik kiazmada çarpazlaşır ve traktus optikus ile karşı taraf pretektal nükleusa ulaşır. Retinanın temporal yarısından gelen impulslar ise optik kiazmada çarpazlaşmazlar ve aynı taraf pretektal nükleusa ulaşırlar.

İkinci nöron, pretektal nükleusu her iki Edinger-Westphal nükleuslarına bağlayan ara nörondur. Bu ara nöron sayesinde pupillaya tek taraflı ışık verildiğinde her iki pupilla aynı anda ve simetrik olarak daralır.

Üçüncü nöron, Edinger-Westphal nükleustan okülomotor sinir, parasempatik lifleriyle orbitadaki siliyer gangliyonuna uzanır. Okülomotor sinir orbitaya girdikten sonra pupilla ışık refleksini getiren lifler sinirden ayrılarak inferior oblik kasa giden inferior dal ile gangliyon siliareye ulaşırlar.

Dördüncü nöron, kısa siliyer sinirdir. Gangliyon siliareden sonra pupillanın ışık reaksiyonunun eferent lifleri ile kısa siliyer sinirle irisin sfinkter pupilla kasına gelir.

Sempatik yol

Birinci nöron, posterior hipotalamustan köken almaktadır. Lifler aşağı doğru çarpazlaşmadan inerken mezensefalon ve ponsta çok sayıda sinaps yaptıktan sonra spinal korda C8- T1–2 (Budge-siliyospinal merkez) seviyesinde sonlanırlar.

İkinci nöron, pupillomotor lifler özellikle T1 seviyesinde olmak üzere spinal kordan çıkarak inferior servikal gangliyon seviyesinde servikal sempatik zincire katılarak süperior servikal gangliyonda sinaps yaparlar.

Üçüncü nöron, arteria carotis interna ile kranyuma girdikten sonra sinüs kavernosusta trigeminal sinirin oftalmik dalı ile birleşir. Sempatik lifler, nazosilyer sinir ve uzun silyer sinirler yoluyla silyer cisim ve dilatatör pupilla kasına ulaşırlar.

Pupilla Yakın Refleksi

Yakın refleksinden Perlia çekirdeği ve Edinger-Westphal çekirdeği sorumludur. Yakın refleksinin üç komponenti vardır:

1. Akomodasyon
2. Konverjans
3. Miyozis

Pupilla yakın refleksinin kalkarin fissür üst ucundan (peristriat korteks- 19. alan) köken aldığı düşünülmektedir. Konverjans refleksinin iç rektuslarda bulunan proprioreseptörlerden başlayarak 5. sinirin mezensefalonda bulunan köküne oradan da Edinger-Westphal nükleusuna geldiği düşünülmektedir. Akomodasyon refleksi ışık refleksi gibi retina fotoresptörlerinden başlar ve kiyazma, optik traktus ve radyasyon yolu ile oksipital lobdaki görme merkezine ulaşır. Efferent yol ise okülomotor sinirdir. Bu sinirle orbitaya gelen lifler gangliyon siliareye ulaşırlar. Postgangliyonik dallar buradan çıkar. Bu dallardan bir tanesi akomodasyon için silyer kasa, bir tanesi konverjans için iç rektus kasına bir tanesi de miyozis için kısa silyer sinirle, iris sfinkter pupilla kasına gider (26).

2.1.4. Lens

Lens Embriyolojisi

Embriyonun kafa kısmındaki yüzey ektoderm hücreleri lense oluştururlar. Lens hücrelerini oluşturacak hücreler ile hemen komşuluğunda bulunan dokuların karşılıklı etkileşimi söz konusudur. Bu etkileşim sonucu bir grup hücre Pax-6 transkripsiyon faktörünü salgılar. Eş zamanlı olarak aynı tarafta bulunan nöral epitel hücreleri optik vezikülü oluşturmaya başlarlar. Optik vezikül daha sonra yüzey ektoderm hücreleri ile temas eder. Temas sağlandıktan sonra optik vezikülden birbirleriyle bağlantılarını sağlayan bir ekstraselüler matriks salgılanır. Optik vezikülle temasta olan yüzey epitel hücreleri daha sonra lens plağını oluşturacak şekilde uzamaya başlarlar. Lens plağı oluştuktan sonra plak ve optik

vezikül çanak oluşturacak şekilde içe doğru katlanmaya başlar. İçe doğru katlanmaya başlayan lens plağı yüzey ektoderminden ayrılır. Bu ayrılmanın hemen arkasından optik çanak ile lens arasında bir ekstraselüler matriks oluşur ve bu iki doku da birbirinden ayrılır.

Başlangıçta lens vezikülünü oluşturan epitel hücreleri ince bir bazal lamina üzerinde durmaktadırlar. İçe katlanma sırasında bu bazal lamina lens vezikülünü sarar ve lens kapsülünü oluşturacak şekilde kalınlaşır.

Lens vezikülü yüzey ektoderminden ayrıldıktan sonra arka kutupta kalan hücreler uzamaya başlarlar. Bu primer fibril hücrelerinin uzamasıyla vezikülün lümeni dolar. Lens epitel hücrelerinin aktif proliferasyon gösterdiği bu aşamada epitel kenarlarında bulunan hücreler ekvatora doğru itilir ve sekonder fibril hücreleri oluştururlar. Bu sekonder fibril hücreler uzarlar ve bazal ve apikal uçları lens merkezine doğru yönelir. Bu yönelme sonucu primer fibriller lens merkezine doğru itilirler. Erişkin lensinde bu hücreler embryonik nukleusu oluştururlar (27).

Lens Anatomi ve Histolojisi

Lens bikonveks şekillidir. Elastik ve bağ dokusundan oluşmuştur. Lens ön yüzü arka yüzüne göre daha düzdür. Lens ön ve arka yüzü ekvatorunda birleşir. Lensin çapı 8.8–9.2 mm arasındadır. Lens zonül fibrilleriyle asılmıştır. Zonüller bağ ve damar dokusunda bulunan fibrilin yapısındadır. Zonüller elastik olmayan mikrofibrillerden oluşmuş olup bu fibriller siliyer epitelin pigmente olmayan tabakasından köken alır. Mikrofibriller, elastik fibrilin bir komponenti olan protein fibrilininden oluşmuşlardır. Siliyer cisimden köken alan ekvatoryel zonül fibrilleri lens ekvatoruna, pars planadan köken alan ön ve arka zonül fibrilleri ise lens ekvatorunun 1–2 mm ön ve arkasına, lensin içine 2 µm girerek yapışır. Ekvatoryel zonüller uyum işlevinden, ön ve arka zonüller ise destek görevinden sorumludurlar.

Lens kapsülü, lensin yapısal elemanları olan epitel hücreleri ve fibrilleri saran ve koruyan dıştaki elastik, şeffaf zarıdır. İnsan vücudunda bulunan diğer bazal zarlardan farkı, devamlı olarak kalınlaşmasıdır. Lensin ön yüzünü saran ön kapsül, lens epitelinden oluşur. Arka kapsül ise bu epitel hücrelerinin uzantılarından meydana gelir. Doğumda 8 µm olan ön kapsül erişkinde 14 µm'e kadar kalınlaşır. Lens periferi merkezine göre daha kalındır.

Lens epiteli, ön kapsül altında tek sıra dizilmiş hücrelerden oluşur. Erişkin lensinde çoğu epitel ve fibril hücresi çoğalmazken, lens epitelinin ekvatorunda bulunan 'germinative bölge'de bulunan hücreler prolifer olurlar. Mitozla çoğalan hücreler lens arkasına doğru göç ederler ve lens ekvatorunda fibril hücrelerine dönüşürler. Fibril hücrelerinin uzaması ve diferansiyasyonu devam ederken olgunlaşmış fibril hücreleri lensin derinlerinde kalır.

Böylece yaşam boyu lensin boyutu ve hücre sayısı artar. Bu olaylar neticesinde epitel ve fibril hücreleri ilk 20 yaşta %45–50 oranında artar. Lens ön-arka kalınlığı doğumda 3.5 mm iken erişkinde 5.5 mm'ye çıkar. Lensin çapı ise doğumda 5 mm'den 20 yaşında 10 mm'ye çıkar.

Epitel hücrelerinin arasında bağ veya tıkaç yoktur. Dezmozomlarla tutunurlar. Bu özellikleri sayesinde iyon ve küçük molekül ağırlıklı metabolit alışverişini sağlarlar.

Zamanla sertleşen embryonik ve fetal nükleusa klinik pratikte 'nükleus', etrafındaki yumuşak olan infantil ve erişkin nükleusa ise epinükleus denir (28).

Lens Fizyolojisi

Lens ozmoregülaritesi, Na^+ u aktif olarak pompalaması ve Cl^- ve suyu pasif olarak transfer etmesine bağlıdır. Lensin canlılığının devamı için pek çok diğer aktif ve pasif transport sistemleri devamlı olarak çalışmalıdır. Lens kapsül, epitel hücreleri ve fibril hücrelerinden oluşur.

Kapsül, lens için içeri ve dışarı difüzyonda ilk bariyerdir. Friedenwald kapsülün bazı proteinlere geçirgenken serum globulinine geçirgen olmadığını tespit etmiştir. François ve Rabaey ise kapsülün düşük ağırlıklı moleküllere geçirgen olduğunu bunun aksine yüksek moleküler ağırlığa sahip moleküllere geçirgen olmadığını tespit etmiştir. Her ne kadar kapsül geçirgenliği için kesin sınır bilinmese de 40.000 molekül ağırlığı sınır olarak kabul edilmektedir.

Epitel hücreleri, kapsül ve lens fibril hücreleri arasında uzanır. Diğer epitel hücrelerinden farklı olarak hücreler arasında sıkı bağlantılardan yoksundurlar. Lateral epitel membranları 'gap junction'larla bağlanmıştır ve düşük moleküler ağırlıklı metabolitlerin ve iyonların transferine izin verirler.

Lens içerisinde fibril hücreleri ve bu hücreler arasında pek çok bağlantı kompleksi sıkı bir şekilde paketlenmiştir. Fibril hücreleri arasında bulunan bağlantı kompleksleri sayesinde metabolit transferi sağlanır. Lens fibril plazma membranı MIP proteini içerir. Tüm membran proteinlerinin %50'sini oluşturan MIP aynı zamanda bağlantı komplekslerinde de bulunduğu immunohistokimyasal olarak gösterilmiştir (28).

İyon Transferi

1960'larda Kinsey ve Reddy tarafından yapılan çalışma lenste bulunan transport sistemlerinin anlaşılmasında öncü olmuştur. Bu çalışmada Na^+-K^+ ATPaz gibi pompaların epitel tabakasında olduğu ve su ve Cl^- 'un basit difüzyonla lensi terk ettiği gösterilmiştir. Bu sisteme göre K^+ epitel hücresi tarafında lens içerisine aktif olarak transport edilmekte ve bir kez epitel hücresini geçince lens içerisinde serbestçe dolaşmaktadır. Daha sonra ise arka

kapsülden basit difüzyonla lense terk etmektedir. Na^+ arka kapsülden kimyasal konsantrasyonuna göre lense girmekte ve daha sonra Na^+-K^+ ATPaz ile epitelden aktif olarak pompalanmaktadır. Bu modele göre K^+ lensin ön yüzünde yoğun olarak bulunurken Na^+ lens arka tarafında daha yoğun bulunmaktadır. Bu model daha sonra pek çok çalışma ile desteklenmiştir. Her ne kadar epitel hücrelerinin bu pompa fonksiyonları çalışmış ise de lens fibril hücrelerinin pompa fonksiyonları henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. Bununla birlikte Na^+-K^+ ATPaz sisteminin sadece epitel hücresinde bulunmadığı ön korteks ve sütün sistemleri etrafında bulunan fibril membranlarında da bulunduğu dair çalışmalar mevcuttur. İyon transportu ve pompa sistemleri ile ilgili daha pek çok çalışmaya ihtiyaç vardır (28).

Amino Asit ve Kalsiyum Tranferi

Lens epitel hücresi lens büyümesi ve metabolizması için gerekli amino asitlerin aktif transportundan sorumludur. Lenste bulunan kalsiyum seviyesi ise aköz hümör ve vitreusta bulunandan oldukça azdır (28).

Karbonhidrat Metabolizması

Lens metabolizmasının amacı saydamlığı korumaktır. Enerji yapımı glukoz metabolizmasına bağlıdır. Glukoz aköz hümörden basit difüzyon ve kolaylaştırılmış difüzyonla alınır. Hekzokinazla hemen glukoz-6-fosfata dönüşür. Bundan sonra glukoz-6-fosfat iki ayrı yola girer:

1. Anaerobik Glikoliz
2. Hekzoz Monofosfat Yolu (HMP)

Anaerobik glikoliz yolu daha aktif olarak laktata giden yolda adenzin difosfatı (ADP) adenzin trifosfata (ATP) çevirerek metabolizmaya gerekli enerjiyi kazandırır. Glukozun sadece % 3'ü aerobik girer ve lens ATP'sinin % 25'ini oluşturur.

HMP yolu 'Pentoz Fosfat Yolu' olarak da bilinir. Lens glukozunun % 5'i bu yola girer. HMP yolu yağ asidi metabolizması için NADPH ve nükleotid biyosentezi için riboz oluşturur. Glukoz lenste çok arttığında glikoliz son ürünleri ile anaerobik glikoliz durdurulurken, glukoz sorbitol yoluna girer ve sorbitol oluşur. Aldoz redüktaz bu yolun anahtar enzimidir. Lensin sorbitole geçirgenliği az olduğundan sorbitol birikir. Ayrıca sorbitol yolu ile NADPH'ın NADP'ye çevrimi HMP yolunu aktive ederek fruktoz birikimine de yol açar. Osmotik basınç artışı ile içeri su girer ve sonuçta fibrillerde şişme, lens yapısında değişim ve opasifikasyon görülür. Galaktoz da aldoz redüktazın substratıdır ve sonuçta galaktitol oluşur. Galaktitolde sorbitol gibi lenste birikir. Hayvan deneylerinde aldoz redüktazın aktif olduğu hayvanlarda lens opasiteleri oluşurken aldoz redüktaz eksikliğinde lensin saydam kaldığı görülmüştür (29).

Katarakt Fizyopatolojisi

Lensin saydamlığını kristalinlerin ve lens fibrillerinin organizasyonu sağlar. Genel olarak lens kesafeti olarak tanımlayabileceğimiz katarakt, lens yapısının bozulması ile ortaya çıkar. Katarakt oluşumunun muhtemel mekanizması ve bu sırada meydana gelen biyokimyasal ve biyofiziksel değişiklikler uzun yıllardır çalışılmıştır. Kabaca lens mimarisinin bir şekilde bozulması sonucu ortaya çıkan kesafet çeşitli modeller üzerinde de çalışılmıştır.

Yaşa Bağlı Katarakt

Senil katarakt olarak da adlandırabileceğimiz yaşa bağlı katarakt insanda en sık görülen katarakt çeşitidir. Yaşa bağlı katarakt gelişimi birçok faktöre bağlı olarak gelişir. Yaşanılan çevre, elektromanyetik radyasyon, ilaç kullanımı ve diyet gibi pek çok faktörün katarakt gelişiminde etken olabildiği gösterilmiştir. Kesin olarak bir nedene bağlamak şu an için mümkün görülmemektedir(30).

Yaşa bağlı kataraktta lens pek çok biyokimyasal ve biyofizyolojik değişiklik izlenir. (Tablo 1)

YAPISAL PROTEİNLER	DEĞİŞİKLİKLER
Protein florosensansı	Artar
Suda çözünmeyen protein miktarı	Artar
Ürede çözünmeyen protein miktarı	Artar
Disülfid-bağlı yüksek moleküler ağırlıklı protein agregatları	Artar
Disülfid olmayan bağlarla çarpaz bağlanma	Artar
Çözünebilir γ S kristalin miktarı	Azalı
Protein-bağlı glutatyon	Artar
Metiyonin oksidasyonu	Artar
Sistein oksidasyonu	Artar
Protein thiol	Azalı
Aspartat rasamizasyonu	Artar
Membran proteinlerinde kovalent değişiklikler	Artar
ENZİMLER	
Glutatyon S-transferaz	Azalı
Süperoksid dismutaz	Azalı
Glutatyon peroksidaz	Azalı
Proteolitik enzim aktivitesi	Artar
DÜŞÜK MOLEKÜL AĞIRLIKLIL BİLEŞENLER	
Ca ⁺⁺	Artar
Na ⁺	Artar
İnositol	Azalı
Glutatyon	Azalı

Tablo 1: Yaşa bağlı katarakta meydana gelen biyokimyasal değişiklikler

Kataraktöz lenste meydana gelen değişimleri daha iyi anlayabilmek için aynı lens içerisinde birbirine komşu kesif ve saydam alanları biyokimyasal olarak karşılaştırmak gereklidir. Kesif ve saydam alanlar incelendiğinde önemli farklılıklar olduğunu görürüz. Bu farklılıklar kataraktöz lenste α kristalinlerin ve 23K proteinlerin de bulunmamasıdır. Ayrıca düşük ağırlıklı peptidlerin kesif alanlarda bulunması da önemli bir farklılıktır. α kristalinlerin kesif alanlarda bulunmaması çözünebilme özelliklerini kaybederek çökelti oluşturdukları anlamına gelebilir. 23K proteinlerinin kaybolması beraberinde bağlandıkları γ S

kristalinlerinde kaybolması anlamına gelir. γ S kristalinlerin kaybolması insan katarakt tiplerinin hemen hemen hepsinde görülen bir değişimdir. Düşük ağırlıklı peptidlerin γ kristalin ailesinden derive edildikleri gösterilmiştir. Bu degradasyon kataraktöz lenste proteolitik aktivitenin artması ile açıklanabilir. Tabii ki fotodegradasyon gibi diğer mekanizmalarda göz ardı edilmemelidir.

Birçok faktörün yaşa bağlı katarakt oluşumunda etkin olduğu bilinmekle birlikte hangi olay ya da molekülün bu olaylar zincirini başlattığı net olarak henüz aydınlatılabilmemiş değildir. Günümüzde kabul edilen ana mekanizma oksidatif reaksiyonlardır (28).

2.2. Hümör Aköz Dinamiği

2.2.1. Siliyer Cisim Anatomisi

Hümör aköz saydam yapısı ile kusursuz görmeye katkısının yanında en önemli işlevi lens ve kornea gibi damardan yoksun yapıların beslenmesini sağlamak, ortamdaki metabolitleri ve toksik materyalleri uzaklaştırmak ve oluşturduğu basınç ile gözün doku bütünlüğünü devam ettirmektir.

Hümör aköz siliyer cisim ile arka kamara, pupil açıklığı, ön kamara ve trabekulum arasında devamlı bir dinamiğe sahiptir. Siliyer cisim üzerindeki siliyer çıkıntılar hümör aköz yapımının anatomik temelini oluşturmaktadır. Siliyer çıkıntılar 2 gruptan oluşur ve zonüller ile lense uzanırlar. Yaklaşık olarak 79 adet büyük 70 adette küçük uzantıları mevcuttur. Büyük siliyer çıkıntılarının ışık mikroskopik incelemelerinde 3 temel yapı içerdikleri görülmüştür. 1. Pars planaya doğru uzanan çift katlı epitel tabakası (dış pigmentli, iç pigmentli) 2. Orta tabaka (stroma) 3. İç damar-ağ tabaka.

Siliyer cisim ve siliyer çıkıntılarının kanlanması 2 damarsal yataktan olur.

1. Rektus kasları ile gelen 7 adet anterior siliyer arter
2. Sklerayı optik sinir bölgesinde delerek, limbusa uzanan 2 adet posterior siliyer arter

Bu iki damar sistemi birleşerek büyük arteriyel halkayı oluştururlar.

Siliyer çıkıntılarının pigmentli epitel tabakası stromaya, pigmentli epitel tabakası ise arka kamaraya komşudur. Pigmentli epitel tabaka dikdörtgen şeklinde uzun hücrelerden oluşurken, pigmentli epitel tabakası kübik tek sıralı daha kısa hücrelerden oluşur. Pigmentli epitel hücrelerinin metabolik aktiviteleri pigmentli hücrelerden daha fazladır. Lens zonülleri de pigmentli epitel hücrelerine tutunurlar. Pigment epitel tabakası ise arkaya doğru retina pigment epiteli ile devam eder. Pigmentli epitel hücrelerini bağlayan sıkı bağlantılar kan-

aköz bariyerinin bir parçasıdır. Bu bariyer makromoleküllerin hümör aköze geçişine izin vermez.

Orta stromal tabaka epitel hücreleri ile kapiller ağı birbirinden ayırır. Vasküler iç yapıyı oluşturan kapillerlerin endotel hücreleri çok ince yapıdadır ve geçirgenlikleri fazladır. Bu damarsal ağıdaki otoregülasyon nedeniyle hem GİB'daki hem de sistemik basınçtaki değişiklikler siliyer çıkıntılarının perfüzyon basıncını etkilememektedir (31).

2.2.2. Hümör Aközün Biyokimyasal Yapısı

Ön ve arka kamaradaki hümör aköz içeriğini etkileyebilecek ve bazen bu iki ortam arasında farklılığa yol açabilecek unsurlar vardır. Bunların başında iris ön yüzeyi gelir. Değişik maddelerin hümör aköze geçebilmeleri, maddelerin yapısına ve molekül ağırlığına bağlıdır. Molekül ağırlığı arttıkça hümör aköze geçiş güçleşir.

Plazma ile karşılaştırıldığında hümör aköz biraz daha düşük pH'a sahiptir ve biraz daha hipertoniktir. Hümör aközde askorbik asit daha yüksek düzeyde iken protein düzeyi plazmaya göre daha düşüktür. Sodyum ve potasyum düzeyi plazma düzeyine bağlı olmayıp bikarbonatla birlikte ATPaz sistemi ile aktif taşıma sisteminden sekresyona katılırlar. Hümör aközdeki klor düzeyi, pH bağımlıdır ve plazma düzeyinden daha yüksektir. Ancak bikarbonat düzeyi hümör aközde daha düşüktür. Glukoz ve oksijen ise lens, vitreus ve yüksek metabolizma hızı olan kornea endoteli tarafından tüketildikleri için düzeyleri plazma düzeyinin altındadır. Aminoasitler de biyokimyasal yapılarına göre değişik konsantrasyonlarda bulunurlar. Piruvat, laktat ve askorbik asit düzeyi plazma düzeyinden yüksektir. Özellikle askorbik asit aktif olarak salgılanmaktadır. Hümör aközdeki karbondioksit düzeyi ise plazma düzeyinin altındadır.

2.2.3. Hümör Aköz Yapım Mekanizmaları ve Fizyolojisi

Hümör aköz siliyer çıkıntılarda devamlı olarak yapılarak arka kamaraya salgılanırken aynı oranda dış akım yolları ile gözü terk etmektedir. Hümör aköz yapımı değişik basamaklardan oluşan kompleks bir olaydır. Temelde üç mekanizma rol oynamaktadır. 1. Aktif taşıma 2. Ultrafiltrasyon 3. Difüzyon.

Difüzyon, konsantrasyon farklılığına bağlı olarak membranlardan madde geçişi olup hümör aköz ile iris, lens, vitreus ve siliyer cisim arasında oksijen, glukoz, karbondioksit, aminoasit, piruvat ve potasyum değişimi sağlamaktadır. Bu olay hümör aköz içeriğini etkiler ancak yapıma doğrudan etkisi yoktur.

Temel olarak hümör aköz yapımı, siliyer çıkıntılarda yer alan kapillerlerden stromaya pasif ultrafiltrasyon ile plazma geçişi ve bunu takiben siliyer epitel hücrelerinden arka kamaraya enerji bağımlı aktif sekresyondur. Birinci basamağı oluşturan ince kapiller duvarda stromaya doğru olan ultrafiltrasyon ile birlikte plazma proteinlerinin yaklaşık %50-60'ı stromal yatağa ulaşır. İlginç olarak stromaya ulaşan plazma hacmi çok fazla olmamaktadır. Pigmentsiz epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar nedeniyle bu zengin protein içeriği hümör aköze geçememektedir.

Metabolik olarak aktif olan pigmentsiz siliyer epitel hücreleri, hümör aköz yapımında ana unsuru oluşturmaktadırlar. Na^+ - K^+ ATPaz pompa sistemi ile Na^+ pigmentsiz siliyer epitel hücreleri arasındaki açıklıklardan arka kamaraya aktif olarak taşınır. Negatif yüklü iyonlarda Na^+ 'u takip ederek arka kamaraya geçerler. Bu iyonlar karbonik anhidraz enzimi ile ortaya çıkan HCO_3^- ve Na^+ 'u takip eden Cl^- 'dir. Bu şekilde pigmentsiz epitel hücreleri arasındaki boşluklarda ozmotik basınç yükselir ve hücreden arka kamaraya doğru sıvı taşınmasına neden olur. Bu aktif taşımada glukoz, amino asit, oksijen gibi temel maddeler yer almaz. Bu temel maddeler daha önce belirtildiği gibi iris ve siliyer cisimden difüzyon yolu ile aközün içine geçerler.

Yapılan çalışmalarda normal insanda aköz hümör yapımı yaklaşık olarak 2.75 $\mu\text{l}/\text{dak}$ olarak bulunmuştur. Aköz yapımı gün içinde değişkenlik gösterir. Gece 1.2 $\mu\text{l}/\text{dak}$ olan yapım hızı sabah saatlerinde 3.0 $\mu\text{l}/\text{dak}$ olarak bulunmuştur. Arka kamara hacmi 0.06 ml, ön karma hacmi ise 0.2 ml'dir. Aköz yapımında kadın ve erkek arasında fark yoktur. İlerleyen yaşla birlikte aköz yapımında yaklaşık %30 azalma görülmektedir.

2.2.4. Göz İçi Basıncı

Göz içi basıncı (GİB) ön ve arka kamarayı dolduran aköz hümörün kornea ve skleraya karşı oluşturduğu gerilimdir. Normal şartlarda GİB'ını oluşturan aköz hümör yapımı ile dışa akım arasında bir denge mevcuttur. Bu dengeye 'Goldmann eşitliği'denir. Bu eşitliğe göre GİB aköz hümör yapım hızı (F), trabeküler dışa akım kolaylığı (C), uveaskleral dışa akım (U) ve episkleral venöz basınca (Pv) göre formüle edilebilir.

$$\text{GİB} = (\text{F} - \text{U}) / \text{C} + \text{Pv}$$

Episkleral venöz basınç, vücut pozisyonundaki değişiklikler, kalbe venöz dönüşün engellendiği baş, boyun ve orbita hastalıkları haricinde sabit bir değerdedir ve 8-12 mmHg arasındadır.

Normal Göz İçi Basıncı

Normal GİB optik sinirde glokomatöz harabiyet oluşturmeyen değerdeki basınç olarak tanımlanabilir. Fakat her kişide aynı GİB değerinde aynı cevap alınmadığı için normal GİB kesin olarak sayısal bir tanımlamayı ifade etmemektedir. Normal GİB'ını en iyi tanımlama yöntemlerinden birisi genel popülasyonda GİB dağılımını inceleme ve glokomlu olgulardaki GİB değerleri ile glokom gelişme riskini incelemektir.

Normal popülasyonda GİB dağılımı bir çan eğrisi oluşturur. Bu çan eğrisinin iki ucu 10–20 mmHg olup bu değerlerin dışında normal GİB olma olasılığı azalmakta (%5) olup kesin bir üst sınır bulunmamaktadır. Çan eğrisinin içinde kalan normal grup (10–20 mmHg) % 95 oranındadır (31).

2.3. Ön Segment Görüntüleme Teknikleri

Ön segment yapılarının değerlendirilmesi göz muayenesinin vazgeçilmez parçalarından biridir. Klinik uygulamalarda geleneksel olarak slit-lamp biyomikroskopi kullanılır. Bu metodla ön segment yapılarının objektif ve kantitatif bir şekilde değerlendirilmesi sınırlıdır. Ayrıca bir ön segment yapısı olan açının direkt olarak bu yöntemle değerlendirilmesi için tanısal kontakt lenslerin kullanılması gerekmektedir. Yeni ön segment görüntüleme sistemleri bu sınırlamaların üstesinden gelmektedir. Bu yeni cihazların amacı ön segment görüntülemesini geliştirmek klinik pratik ve çalışmalara yardımcı olmaktır. Scheimflug görüntüleme (Pentacam, Oculus Inc, Lynnwood, WA, USA) ve ön segment optik koherens tomografi (Visante OCT, Carl Zeiss Meditec Inc, Dublin, CA, USA, ve SL-OCT, Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany), IOL Master (Carl Zeiss Meditec, Germany) ve ön kamara derinlik analizörü (ÖKDA) günümüzde klinik kullanıma giren sistemlerdendir. Kornea, ön kamara, iris, iridokorneal açı ve lens hakkında kantitatif bilgi ve kalitatif görüntüleme imkanı sunarlar. Kontakt olmayan bu metodlar lokal anestezi gerektirmemeleri ve korneal erozyona neden olmamaları açısından avantaj sağlarlar (8).

Scheimflug görüntüleme: Pentacam Scheimflug

İlk kez 1904'te Yüzbaşı Theodore Scheimflug tarafından askeri amaçlı kullanım için geliştirilen bu fotoğrafik teknik, 1970'lerde Hockwin ve ark. tarafından katarakt yoğunluğunu değerlendirebilmek amacıyla Scheimflug kamera olarak göz muayenesinde kullanılmaya başlanmıştır (32). Pentacam-Scheimflug cihazı ön segmenti görüntülemek için Scheimflug prensibini kullanır. Diğer kameralar görüntüyü yakaladıktan sonra bir plan üzerinde görüntüye odaklanırlar. Ancak bu çeşit bir odaklanmada derinlik olmayacak ve üç boyutlu

görüntü oluşturulamayacaktır. Oysa Scheimflug kamera, nesnenin üç planda kesişen görüntüsünü yakalar ve tek noktada odaklanarak üç boyutlu görüntüsünü oluşturur. Scheimflug prensibi, kameranın filmine paralel olmayan nesnelerin fotoğraflarının optik özelliklerini tarifler. Slit halindeki ışını içeren plan ile görüntü planının tek noktada karşılaşması ve karşılaşan açılarının eşit olması gerekmektedir. Sistem dönen bir Scheimflug kamera ve monokromatik slit ışık kaynağından (mavi LED 475 nm) oluşmaktadır. Göz optik aksı etrafında 180° dönerek görüntü alır. Pentacam-Scheimflug cihazı spesifik olarak ön segment yapılarının değerlendirilmesi için dizayn edilmiş kontakt olmayan optik bir sistemdir. Dönen Scheimflug kamerası ile 2 saniye içerisinde 50 ön segment slit görüntüsü ve 500 ölçüm alabilir. Toplanan bu slit görüntülerle üç boyutlu görüntü oluşturulur. İkinci bir kamera ise göz hareketlerini yakalar ve uygun düzeltmeler yapar (8). Görüntü alındıktan sonra cihaz bu görüntüleri 'akıllı haritalar' olarak adlandırılan haritalar şeklinde sunar. Bu haritalar açılan birçok menüyü kullanarak görüntülenebilmektedir. Ön ve arka korneal yüzeyin topografisi ve elevasyon haritası, ÖKD ve yine ön ve arka kornea keratometrik değerlerini bu haritaları kullanarak görüntüleyebilmektedir. Eğitim ve bilgi dokümantasyonu açısından önemli diğer bir özellik ise görüntü üzerinde korneal skar lokalizasyonunun görülebmesidir.

Bu cihaz içinde 5 değerlendirme modülü bulunmaktadır.

1. Scheimflug tomografi
2. 3 boyutlu ön segment analizi (derinlik, açı ve hacim)
3. Pakimetri
4. Lens densitometrisi
5. Korneal topografi

Densitometri sistemi ile lens katarakt yoğunluğunu değerlendirmek ya da lensteki bir opasitenin zaman içinde progresyonunu takip etmek mümkündür. Keratokonus yazılımı, oldukça sensitiftir ve özellikle tüm korneal çapı değerlendirdiği için geçirilmiş korneal cerrahi hakkında da bilgi verir. Günümüzde gerçekleştirilen refraktif cerrahi sayısının her geçen gün arttığı ve bu hastaların muayene ve takiplerindeki zorluklar göz önüne alındığında Pentacam'ın ne kadar önemli bilgiler verdiği aşıkardır. Yine GİL gücü hesaplamasında pek çok formül geliştirilmiş ancak hiçbirisinin tam doğruluğu ispat edilememiştir. Refraktif cerrahi geçiren hastaların GİL hesaplanmasında en önemli parametre keratometri (K) değeridir. Holladay tarafından geliştirilen formülde 'denk K' olarak adlandırılan K değeri, gerçek K değerini vermektedir. Pentacam bu 'denk K' değerini kornea ön ve arka yüzeyleri birlikte değerlendirerek vermektedir. Diğer yandan kornea refraktif güç haritası, ön ve arka korneal topografi, yükselti ve tanjansiyel korneal harita ile cerraha kolaylık sağlamaktadır.

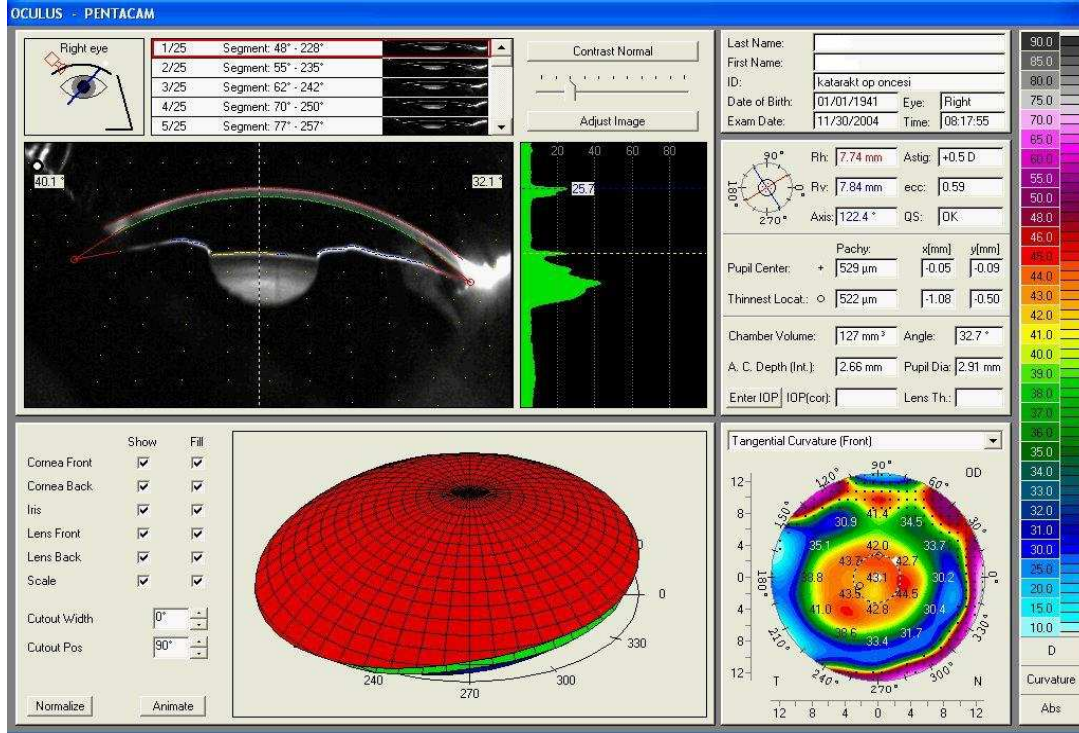
Ayrıca geliştirilen yeni modülünde bulunan Pentacam Zernike polinomunu kullanarak, kornea ön ve arka yüzeyinden korneal 'Wavefront veri'si alınmakta ve korneal sferik aberasyonlar doğru şekilde bilindiği için doğru GİL'ni seçmek mümkün olmaktadır.

Sagittal korneal topografi haritası, diğer topografi cihazları ile de elde edilebilen, korneayı 'V-K normal' denilen spesifik bir yolla tarayarak elde edilen bir haritadır. Pentacam'ın diğer cihazlardan bir farkı da bu harita üzerinde yaptığı farklı değerlendirmedir. Diğer cihazlarda santral 1.5 mm'lik alan ihmal edilerek bir değerlendirme yapılmaktadır ki bunun tam doğru sonuç vereceği söylenemez. Pentacam ile santral alan ihmal edimez. Ayrıca bu sagittal harita, tanjansiyel haritaya çevrilerek kornea periferi ile ilgili ayrıntılı bilgi elde etmek mümkündür. Korneanın gerçek şeklini ise elevasyon haritası ile değerlendirmek mümkündür. Hem korneanın ön yüzü hem de arka yüzü hakkında doğru bilgi elde edilebilir.

Fakik GİL yerleştirilmesi öncesi değerlendirmede en önemli parametre ÖKD'dir. Bu cerrahide ÖKD glokomlu ve diğer ön kamarası sığ olan hastalarda daha fazla öneme sahiptir. Pentacam GR'de yüksek çözünürlükte kameranın yanı sıra, fakik göz içi lens yazılımı ile GİL'in tahmini yerini göstermekte mümkündür. Bu programda hastaya iris-fikse fakik GİL'i planlamışsa cihaz GİL'in tahmini yerini göstermekte ve muhtemel refraksiyonu da vermektedir. Bu üç boyutlu programla GİL'in ön kamaradaki yeri ile ön kamara yapılarına uzaklıkları da değerlendirilebilmektedir.

Cihazda bulunan Ehlers, Shah, Dresden ve Orssengo/Pye formülleri ile Goldman aplanasyon tonometrisi ile ölçülen GİB'ı, SKK ile birlikte değerlendirilir ve düzeltilmiş GİB elde edilebilir.

Pentacam-Scheimflug cihazı görüntü alınmasında minimal tecrübe gerektirmektedir. Hasta korneasında hedef ve fokus sağlandıktan sonra otomatik olarak görüntü alınabilmektedir. (8, 33).



Şekil 2: Pentacam-Scheimflug ile ön segment görüntüleme

Optik Koherens Tomografi: AS-OCT ve SL-OCT

OCT'nin prensibi ultrasona benzer ancak burada yayılan ve yansıyan ses değil ışıktır. İlk kez 1995'te kullanıma giren retinal OCT'de bu teknoloji kullanılmıştır. Ön segment OCT retinal OCT'nin geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Retinal OCT'ye (820 nm) göre daha uzun dalga boyu (1310 nm) kullanılır. Bu özellik, sklera ve limbus gibi ışınları yüksek oranda yansıtan dokulara daha fazla penetrasyon sağlayarak iridokorneal açının görüntülenmesine imkan verir. Kornea, iris, açı ve lens ön yüzeyi gibi ön segment yapılarından görüntüleme sağlar. İris arkasındaki lens, siliyer cisim ve siliyer sulkusun da görüntülenmesini sağlar. 1310 nm dalga boyundaki ışının %90'ı retina ulaşmadan absorbe edilir. Bu nedenle ön segment OCT'si retinal OCT'ye göre daha fazla güç kullanır. Bu da görüntünün elde edilmesi ve hareketten dolayı oluşan artefaktların ortadan kaldırılmasını sağlar. Günümüzde kullanılan iki ön segment OCT cihazı vardır. Bunlar; AS-OCT ve SL-OCT'dir.

AS-OCT: Pentacam-Scheimflug cihazına benzer şekilde AS-OCT de kontakt olmayan optik bir sistemdir. Saniyede 2048'e kadar A-scan görüntüsü alarak ön segment görüntülemesi sağlar. Ayrıca derinlik, genişlik ve açı değerlendirmekte de kullanılır. Firmaya göre 18 µm'ye kadar optik aksiyal çözünürlüğe ve 60 µm optik transvers çözünürlüğe sahiptir. Opak bir korneadan da görüntü alabilir ve minimal deneyim gerektirir.

SL-OCT: Modifiye bir slit-lamp biyomikroskop olup klinik uygulamada zaman ve yer açısından kolaylık sağlar. Kurulumu ve kullanımı slit-lamp'e benzer olduğundan ayrıca kolaylık gösterir. Bununla birlikte ışının manuel olarak rotasyonu gerekmektedir. Firmaya göre optik aksiyal çözünürlüğü 25 μm 'den daha küçüktür ve transvers optik çözünürlüğü 20–100 μm arasındadır. Yazılımı sayesinde santral korneal kalınlığı, santral ön kamara derinliğini ve ön kamara hacmini otomatik olarak hesaplar. Ayrıca iridokorneal açı parametreleri hakkında da bilgi verir. AS-OCT ile karşılaştırıldığında daha fazla uygulayıcı becerisi gerektirmekle birlikte daha otomatize bir yazılıma sahiptir.

Paradigm P60 Ultrason Biyomikroskopi

2005'te 4. Kuşak ultrason biyomikroskopi olan Paradigm P60 UBM kullanıma girmiştir. Oftalmik ultrason görüntüleme akustik yayılım ve göz dokusundan yansıyan bu akustik yayılım prensibine dayanır. Bu A ve B scan modda yıllardır kullanılan bir prensiptir. 12.5, 20, 35 ve 50 MHz'lik problemleriyle P60 UBM kolay kullanımlı bir görüntüleme cihazıdır. En iyi görüntü kalitesi 50 MHz'lik transducer ile elde edilir. P60 UBM kornea, iris ve iridokorneal açı yapılarının görüntülenmesini sağlar. Ayrıca ön kamara derinliği ve santral korneal kalınlık gibi ön segment parametreleri hakkında da bilgi verir. Arka segmentte örneğin sulkus-sulkus mesafesini ölçmek mümkündür. 25 μm aksiyal çözünürlüğe ve 50 μm transvers çözünürlüğe sahiptir. Dokulara 5 mm'ye kadar penetre olabilir ve opak ortamlardan da görüntü alabilir. Yapılan çalışmalarda UBM'in histolojik kesitlerle kalitatif ve kantitatif olarak uyumlu olduğu bulunmuştur (34). Görüntü immersiyon yöntemi ile alındığından gözün anatomik yapısını ve ön kamara açı konfigürasyonunu bozabilir. Ayrıca immersiyon özelliği ve hastanın yatar pozisyonunda olması gerektiğinden klinik uygulamada pratik olduğu söylenemez. Görüntünün kalitesi uygulayıcının deneyimine bağlıdır. Yüksek kalitede bir görüntü için deneyim gerekir.

Orbiscan Tarayıcı- Slit Topografi

Kontakt olmayan optik sistemdir. Slit ışının kornea üzerine projekte edilen kısmının boyutunu ölçer. Son donanımı, Orbiscan IIz Shack-Hartmann aberometre ile gözün total aberasyonlarını ölçebilir. Kornea yüzeyinin tamamını tarar ve 1.5 saniyede 9000'den fazla veri toplar. Kornea ön ve arka yüzey çapları, lens ön yüzeyi ve iris değerlendirilebilir. İrisin kornea arka yüzeyi ile birlikte haritalanması, iridokorneal açının da değerlendirilmesini mümkün kılar. Görüntü kalitesi uygulayıcının deneyiminden bağımsızdır (8).

İOL Master

Göz aksiyal uzunluğu için parsiyel koherens interferometre prensibini kullanan İOL Master, 780 nm dalga boyunda diyot lazeri kullanır. Kornea epitelinden lens ön yüzüne kadar olan mesafeyi ÖKD olarak değerlendirir. ÖKD'nin yanı sıra korneal eğrilik ve ön kamara genişliğini de ölçer. 5 ölçüm yapar ve bu 5 ölçümün ortalamasını alarak değerleri verir. Yapılan ölçümlerin doğruluğunu sorgulamak amacıyla sistem tarafından SNR (signal-to-noise ratio) denen bir parametre geliştirilmiştir. Bu değer 2'nin üzerinde olması ölçümün geçerli olduğunu, 1.6'nın altında olması ise güvenilir olmadığı anlamına gelir. Görme aksındaki yoğun opasiteler, hasta fiksasyonunun iyi olmaması, nistagmus vb. durumlar ölçümün güvenilirliğini azaltır. Vizüel akstan yapılan ölçümlerde hastadan cihaz üzerindeki sarı ışık kaynağına bakması istenir. Bu sistemde diyot lazerin göze zarar vereceği düşüncesiyle günde 20'den fazla ölçümün alınmaması önerilmektedir (35, 36).

Ön Kamara Derinlik Analizörü (ÖKDA)

Kashiwagi tarafından 2004'te tanımlanan ÖKDA, ÖKD'ni 0.66 sn içerisinde optik akstan temporal limbuse kadar tarayarak, görme aksı boyunca 0.4 mm aralıklarla 21 ardışık görüntü alır. Slit lambadan çıkan ışın görünür dalga boyundadır. Temporalden 60° açı ile verilen ışınla, ön korneal yüzey ve iris arasından görüntü alınır. ÖKD 3 kez ölçülür ve ortalaması alınır. Santral ÖKD görme aksı boyunca ölçülür. Korneal eğrilik yarıçapı, korneal kalınlık ve gerçek ÖKD (kornea endotelinden lens ön yüzeyine kadar olan mesafe) ölçülür (37).

2.4. Fakoemülsifikasyon

2.4.1. Tarihçe

Antik Dönem (1750'ye kadar)- Mil Çekme Yöntemi

Katarakt cerrahisi ile ilgili ilk kayıtlara Hristiyan döneminden çok önce eski Hindu kitaplarında rastlanır. Katarakt gözün içindeki istenmeyen su akışı olarak algılanmış ve akan suyun yönünü değiştirmek amacıyla "Mil Çekme" ameliyatı geliştirilmiştir. Bu yöntemde, skleradan keskin bir bıçakla girilir ve başka künt bir aletle lens vitreus içine itilir. Susruta'nın Hindularda uyguladığı bu "Mil Çekme" yöntemine karşın Celsus 'De Medicine' olarak adlandırdığı ve günümüze ulaşan en eski tıp kitabında lens kapsülünü yırttıktan sonra lensi itme işlemini yapmaktadır. Bu yöntemle haliyle komplikasyon riski daha fazladır. Aynı dönemde Araplar, iki farklı yöntem kullanırlardı. Bir tanesi Hindu metodu diğeri ise Ammar

tarafından yapılan ve kataraktı oyuk bir iğne ile delip ağzı ile emerek çıkarma metodudur. "Mil Çekme" en güvenilir katarakt tedavisi olarak kabul ediliyordu. Lensin göz içine düştüğünden habersiz olarak suyun akışını değiştirdiklerini sanıyorlardı. Nitekim orta çağın önemli cerrahlarından Guy de Chauliac, 'Chirurgia Manga' adlı kitabında akan suyun anatomik yeri tartışmalarına 'yeri ister önde ister arkada olsun beni ilgilendirmez önemli olan 'Visual Spirit' önündeki engeli kaldırmaktır' cevabını vermiştir. Bu yöntem orta çağdan 18.yy ortalarına kadar uygulanmıştır.

Anadoluda ise İ. Üzel'e göre "Mil Çekme " yöntemine ait ilk bilgilere 1200'lü yıllarda Sivas'ta Darüşşafaka'da rastlanmaktadır. "Mil Çekme"yi hekim olmayan ve mütetabbip olarak adlandırılan 'Kehhal'ler uygulamaktaydılar. 14.yy'da Manisa'da kehhallerin görevlendirildiği Körler Hastanesi kurulmuştur. Kehhaller arasında en meşhuru İbrahim bin İsmail bin Mehmed'dir. "Mil çekme" uygulayan bu kişilere halk arasında 'kırlangıç'ta denirdi. Uğradığı köylerde kataraktlı kişilere mil çektikten sonra hemen toparlanıp başka köylere giderlerdi. Çünkü vitreus içine itilen lens bir müddet sonra allerjik reaksiyon göstererek fakoanflaktik üveit ve glokoma neden olarak gözün enükleasyonuna neden olmayıyordu.

Ülkemizde ilk resmi göz eğitimi, 1870'de İlya Abdanur ile başlamıştır. 1894'de Esat (Işık) Bey ilk göz kliniğini kurmuş ve katarakt cerrahisinin ülkemizde gelişmesinde katkıda bulunmuştur (38).

Ekstraksiyon Dönemi (Açık Teknik) (1750–1990)

1668'de Stephan Blaukaart tarafından ilk kez kesi yoluyla kataraktlı lensin çıkarılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun ardından 1705'te Michel Pierre Brisseau Paris'te yapılan Kraliyet Bilimsel Akademisi toplantısında kataraktın lensin opasitesi olduğunu bildirmiştir. Canlı gözde ilk katarakt ekstraksiyonu 1707'de mil çekme sırasında yanlışlıkla ön kamaraya disloke olan lensin çıkarılması için Fransız oftalmolog Charles Saint-Yves tarafından yapılmıştır. Aynı tarihte bu metod İsviçre ve İngiltere'de de uygulanıyordu. Bununla birlikte kataraktlı lensi iris arkasındaki pozisyonda düşünerek çıkaran kişi 1748'de Jacques Daviel'dir. Bu metodla kataraktöz lens çıkarılıyor ve hastalar afak kalıyorlardı. Göz içine lens koyma girişimi ilk kez 18.yy'da Tadini adlı bir göz doktoru tarafından düşünülmüştür. 1795'te Casamata adlı bir göz doktoru da yine göz içine lens koymaya çalışmış ancak başarısız olmuştur.

1753'te Samuel Sharp üst limbal kesi ile birlikte parmak basıncıyla tüm lensi kapsülü ile çıkartmış ve bu tekniğe 'intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu' adını vermiştir. Daha sonra

bu metodu şaşılık kroşesi kullanarak modifiye eden ve zirveye taşıyan isim ise Henry Smith olmuştur (1900–1926). Bu gelişmeye paralel olarak cerrahiye kolaylaştıracak bir takım yöntemler devreye girmiş ve böylece modern katarakt cerrahisinin temeli atılmıştır. 1801’de Carl Himly cerrahiye kolaylaştırmak için öncesinde kokainle midriyazis, 1862’de Albert Moren ve 1911’de Elsching periferik iridektomi uygulayarak cerrahi başarıyı artırmaya yönelik yöntemler kullanmışlardır.

Korneaskleral kesi ile açılmış gözün bütünlüğü başlangıçta sıkı bandaj ve uzun süreli sırt üstü yatışla tedavi edilmeye çalışılmıştır. 1867’de Williams korneaskleral ipek sütür kullanan ilk kişidir.

Cerrahi metodla ilgili tüm bu gelişmelerin yanı sıra katarakt cerrahisinde lokal anestezi ve akinezinin kullanılmaya başlanması cerrahi ilerlemeye önemli katkılar sağlamıştır. Karl Kolker 1884’te kokain damla ile lokal anestezi sağlamıştır. Akinezi yöntemi 1914’te Van Lint’le devreye girmiştir.

1949’da Harold Ridley ilk göz içi lens uygulamasını yapmış ancak sonuçların başarısız olması uygulamanın uzun süre gecikmesine neden olmuştur. 1970’lerde J. Pearce cerrahi sırasında mikroskop kullanmaya başlamıştır (38).

1970’lere kadar tüm dünyada körlüğün en sık nedeni olarak karşımıza çıkan katarakt artık gerek uygulanan cerrahi işlemlerin yaygınlaşması gerekse tedavi imkanlarının iyileşmesi ile körlüğün en sık nedeni olmaktan çıkmıştır. Katarakt ameliyatında devrim kabul edilebilecek fakoemülsifikasyon tekniği 1967’de Charles D. Kelman tarafından geliştirilmiştir.

Charles D. Kelman tarafından fakoemülsifikasyon geliştirilmeden önce katarakt cerrahisi herhangi bir komplikasyon gelişmemişse yaklaşık 10 günlük, komplikasyon varlığında ise birkaç ay hastanede yatış gerektiren bir işlemdi. Kataraktöz lensin çıkarılması için hastaya genel anestezi altında yaklaşık 180°’lik korneal kesi yapılmakta ve lens tek parça olarak bu kesiden çıkarılmaktaydı. Daha sonra kesi 8–10 sütürle kapatılmakta idi. Hastaların %20’sinde vitreus kanaması, maküler ödem, enfeksiyon ve retina dekolmanı gibi komplikasyonlar gelişmekteydi. Yaklaşık 6 hafta boyunca göz kızarıklığının geçmesi için bekleyen hasta 6 ay da gözlük reçete edilmesi için beklemekteydi.

Katarakt cerrahisinde bir devrim olarak nitelendirebileceğimiz fakoemülsifikasyon Kelman tarafından 1967’de geliştirilmiştir. Bu yeni gelişme ile 3 mm’den kataraktöz lens alınabilmektedir. Böylelikle geniş kesiye bağlı gelişen komplikasyonlarından kaçınılmış olmaktadır. Kelman bu yeni teknoloji ile kataraktı parçalara ayırmış ve aspirasyonla alınmasını sağlamıştır (38).

2.4.2. Fakoemülsifikasyon Prensipleri

Fakoemülsifikasyon makinaları ultrasonik dalgaboyu üreten bir bilgisayar ve piezoelektrik kristallerini mekanik enerjiye çeviren bir dönüştürücüden oluşur. Bu enerji göz içinde lense emülsifiye eder. Bir kez emülsifiye edilen lens daha sonra sıvı sistemi ile gözden uzaklaştırılır. Fakoemülsifikasyon gücü ile sıvı ve vakum gücü arasında denge sağlanarak lens parçalanır ve gözden uzaklaştırılır.

Güç Üretimi

Frekans ve vuruş uzunluğu gücü ortaya çıkarır. Frekans, fakoemülsifikasyon iğnesinin hızı olarak tanımlanır. Üretici firma tarafından belirlenir. Günümüzde çoğu makine 35.000 Hz–45.000 Hz arasında çalışmaktadır. 30.000 ila 45.000 Hz frekans aralığı nükleus emülsifikasyonu için en uygun aralıktır. Daha düşük frekanslar etkili olmazken daha yüksek frekanslarda yüksek ısı oluşacaktır. Frekans makinada bulunan düzenleyici devir ile korunur. Bu düzenleyici devir fakoemülsifikasyon için hayati öneme sahiptir. Çünkü onun sayesinde fakoemülsifikasyon tipi farklı ortamlarda farklı şekilde çalışabilir. Aközün, korteksin ve nükleusun fakoemülsifikasyon tipine karşı dirençleri farklı farklıdır. Bu direnç farklılıklarına karşı yüksek etkinlik elde edebilmek için düzenleyici devir frekans ve vuruş uzaklığında düzenlemeler yapar. Vuruş uzaklığı fakoemülsifikasyon iğnesinin hareket uzunluğudur. 2–6 mil (inçin binde biri) arasında değişir. Çoğu makine 2–4 mil arasında vuruş uzaklığı kullanır. Daha uzun vuruş uzaklığı daha fazla ısının ortaya çıkmasına neden olacaktır. Aynı zamanda uzun vuruş uzaklığı nükleusa daha fazla fizik güç demektir.

Fakoemülsifikasyon Ucunda Enerji

Nükleus emülsifikasyonunu sağlayan güç ‘jackhammer’ gücü ve kavitasyonun toplamı ile ortaya çıkar. ‘Jackhammer’ gücü, nükleusun fakoemülsifikasyon ucu ile şiddetli fiziksel baskıya maruz kalmasıdır. Kavitasyon daha kompleks bir olaydır. Aköz içinde ultrasonik hızla ilerleyen fakoemülsifikasyon ucu yüksek ve düşük basınçlı alanlar oluşturur. Düşük basınç fakoemülsifikasyon ucunun geriye doğru hareketiyle oluşur ve ortamda çözünen gazları uzaklaştırır. Fakoemülsifikasyon ucunun ileri doğru hareketiyle yüksek basınçlı bir alan oluşur ve bu yüksek basınç mikrobaloncukları sıkıştırarak patlamalarına neden olur. Bu mikrobaloncuklar patlama anında 13.000 F sıcaklık ve 75.000 PSI şok dalgasının ortaya çıkmasına sebep olurlar. Mikrobaloncukların % 75’inin patlaması ile fakoemülsifikasyon ucundan lense doğru güçlü bir şok dalgası oluşur. Fakoemülsifikasyon ucu yönlendirilerek istenilen bölgede etki oluşturulabilir. Burada önemli olan fakoemülsifikasyon ucunun yönü ve açısıdır. Fakoemülsifikasyon ucunun nükleustan başka yöne tutulması kavitasyon enerjisinin

irise ya da endotele yönlenmesine neden olacaktır. Bunun sonucunda ise ameliyat sonrası ön segmentte inflamasyon ve şok dalgaları ve mikrobaloncukların neden olduğu endotel hasarı ortaya çıkacaktır.

Sıvılar

Tüm fakoemülsifikasyon makinalarında sıvı giriş ve çıkışı arasında denge olmak zorundadır. Sıvı girişi şişe seviyesi ile ayarlanırken sıvı çıkışı, kesi boyutu, aspirasyon oranı ve vakuma bağlı olarak değişir. Sıvı akışı cc/dak olarak belirlenir. Peristaltik pompalarda pompa hızı ile ayarlanır. Sıvı akışı materyallerin fakoemülsifikasyon ucuna ne kadar iyi çekildiklerini belirler. Aspirasyon ya da vakum mmHg olarak belirtilir. Düzenleyici tarafından ön kamarada oluşturulan negatif basıncı gösterir. Vakum fakoemülsifikasyon ucu tarafından bir kez tutulan bir materyalin fakoemülsifikasyon ucunu ne kadar iyi tıkayacağını gösterir (39).

BÖLÜM III

HASTA VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışmaya İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Turgut Özal Tıp Merkezi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı polikliniğine görme azlığı şikayetiyle başvuran ve muayenesinde katarakt tespit edilen hastalar arasından Kasım 2004 ile Aralık 2006 tarihleri arasında fakoemülsifikasyon ameliyatı yapılan 34 hastanın 42 gözü dahil edildi. Çalışma öncesinde hastalara çalışmanın amacı, yapılacak işlemler ve takip süresi hakkında detaylı bilgiler verildi. Çalışmamız İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nca onaylanmıştır (Etik Kurul No: 2007–129).

Geçirilmiş göz cerrahisi ya da travması, korneal patoloji, üveit, glokom, psödoeksfoliasyon sendromu, arka segment patolojisi olan, ön kamara parametrelerini ve GİB'nı etkileyecek sistemik ya da topikal ilaç kullanan ve daha önce lazer uygulanan hastalar çalışmaya alınmadı. Ameliyat sırasında ya da sonrasında komplikasyon (kapsüloreksisin tamamlanamaması, iris prolapsusu, arka kapsül perforasyonu, kornea yanığı, zonül diyalizi, ameliyat sonrası fibrin ve ödem) gelişen hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Ameliyat öncesi tam bir göz muayenesi yapıldı. Camlı ve camsız görmeler Snellen eşeli ile alındı. Biyomikroskopik muayene ile kataraktın tipi (kortikal, nükleer, arka subkapsüler gibi) tespit edildi. Keratometrik değerleri, otokeratorefraktometre (Topcon KR 8100, Japan) ile ölçüldü. Biyomikroskopik muayene sonrasında sırasıyla Pentacam-Scheimflug ile ön segment değerlendirilmesi ve ardından Goldmann aplanasyon tonometrisi ile GİB ölçümü yapıldı. Daha sonra hastaların pupillaları dilate edilip lensin ayrıntılı muayenesi ve fundus muayeneleri yapıldı. Kataraktın yoğunluğu nedeniyle arka segmentin değerlendirilemediği olgularda B-scan ultrasonografi ile değerlendirme yapıldı. A-scan ultrasonografi kullanılarak göz ön-arka uzunluğu ölçüldü. GİL gücü hesaplamasında göz ön-

arka uzunluğu 22 mm'den küçük ise, Hoffer Q, 22–24 mm arasında ise SRK II, 24 mm'den büyükse SRK T formülleri kullanıldı.

Ameliyatlar topikal anestezi altında yapıldı. Tüm ameliyatlar tek bir cerrah (Dr. SD) tarafından yapıldı. Keratometrik ölçümlere göre korneal kesi yeri (üst ya da temporal) belirlendikten sonra 3.2 mm genişliğinde 3 planlı korneal kesi uygulandı. 5,5–6 mm çapında kapsüloreksis yapıldı. Matür kataraktı olan olgularda ön kapsülün görülebilir hale getirilmesi için tripan mavisi boyası kullanıldı. Hidrodiseksiyonun ardından 'stop and chop' tekniği ile nükleus emülsifiye edilerek alındı. Bimanuel irrigasyon- aspirasyon ile korteks temizliğinden sonra katlanabilir GİL'leri kapsül içerisine yerleştirildi. 1 mg/ml 0.4 cc sefuroksim intrakamaral verildi. Ön kamaradan sızıntı şüphesi olan olgulara tek sütür atıldı. Sütürler ameliyat sonrası 1. haftada alındı.

Ameliyat sonrası hastalara 4x1 antibiyotikli topikal damla, 4x1 topikal steroid ve 4x1 non-steroid antiinflamatuvar damla başlandı.

Hastalar ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylarda kontrol muayenelerine çağrıldı. Hastaların kontrol muayenelerinde camlı-camsız görmeleri Snellen eşeli ile alındı. Pentacam-Scheimflug cihazı ile ön segment değerlendirmesi yapıldıktan sonra Goldman aplanasyon tonometrisi ile GİB'ları ölçüldü.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS® 13,0 (Statistical Package for Social Science) (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) programı ile yapıldı. Shapiro Wilk testi kullanılarak değerlerin normalitesi değerlendirildi. Değerler normal dağılım göstermekteydi ($p>0.05$). Aynı gözlere ait ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerlerin karşılaştırılmasında eşleştirilmiş t-testi kullanıldı. Parametreler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Tüm sonuçlar ortalama \pm ortalamanın standart sapması şeklinde ifade edilmiş olup, $p<0.05$ değerleri istatistiksel anlamlı olarak kabul edildi.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Hasta Özellikleri

34 hastanın 26'sı erkek 8'i kadın idi. Hastaların ortalama yaşları 65.37 ± 7.73 idi. Toplam 42 gözün 18'i sağ (% 42.85), 24'ü sol göz (% 57.15) idi. Katarakt tipleri 2 gözde matür (%4.7), 15 gözde nükleer katarakt (NK) (%35.7), 6 gözde NK ve kortikal katarakt (KK) (%14.2), 5 gözde NK ve arka subkapsüler katarakt (ASK) (%11.9), 4 gözde KK (%9.5) ve 10 gözde ASK (%23.8) olarak belirlendi.

Kadın/ erkek	8 / 26
Yaş ortalaması	65.37 ± 7.73
Sağ/Sol göz	18 (% 42.85) / 24 (% 57.15)

Tablo 2: Ameliyat öncesi hastaların demografik özellikleri

Matür katarakt	2 gözde (%4.7)
NK	15 gözde (%35.7)
NK+ KK	6 gözde (%14.2)
NK+ASK	5 gözde (%11.9)
KK	4 gözde (%9.5)
ASK	10 gözde (%23.8)

Tablo 3: Katarakt tipleri

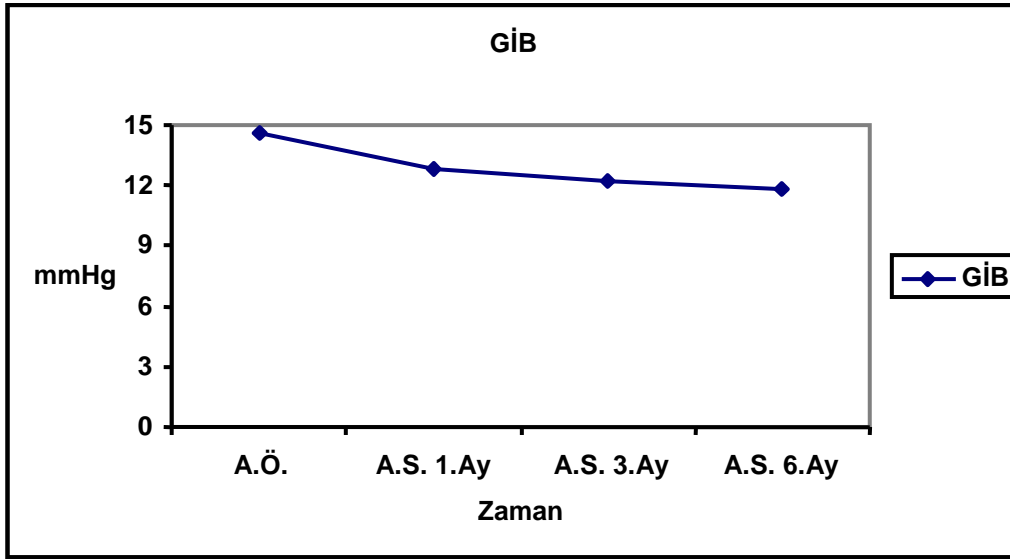
Göz İçi Basıncındaki Değişim

Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası GİB değerleri karşılaştırıldığında ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası GİB değerleri arasında anlamlı fark olduğu görüldü ($p<0,05$). Ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki ortalama GİB değerleri arasında ise anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Tablo 4’de ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası GİB değerleri görülmektedir.

	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		
		1. ay	3. ay	6. ay
GİB (mmHg)	14.60±2.55*	12.82±2.09	12.21±1.40	11.78±1.27

Tablo 4: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası GİB değerleri

* $p<0,05$



Grafik 1: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası GİB değerleri

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S. 1.Ay: Ameliyat sonrası 1. ay

A.S. 3.Ay: Ameliyat sonrası 3. ay

A.S. 6.Ay: Ameliyat sonrası 6. ay

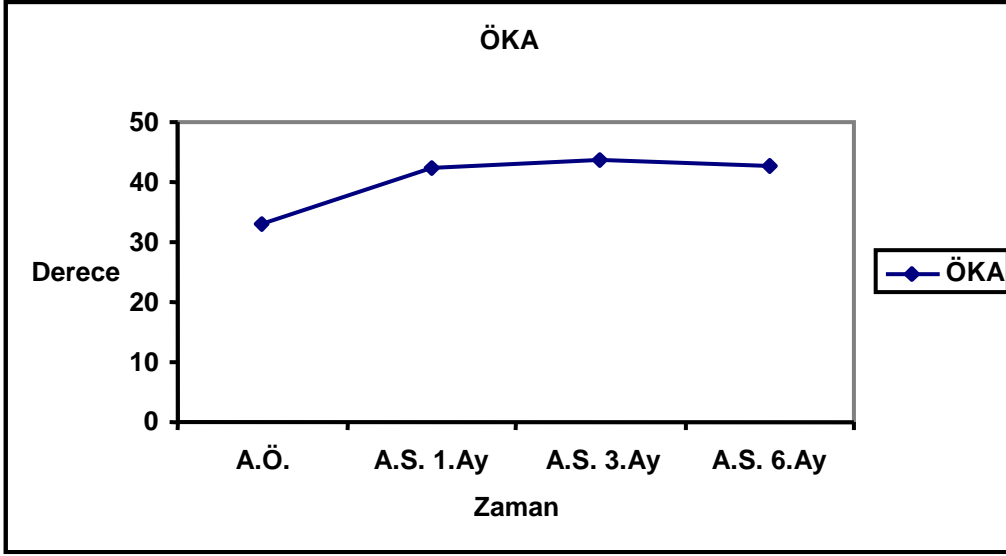
Ön Kamara Açısındaki Değişim

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1., 3., ve 6. aydaki ortalama ÖKA değerleri karşılaştırıldığında, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ($p < 0,05$). Ancak ameliyat sonrası 1., 3., ve 6. aylardaki ortalama ÖKA değerleri arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$). Tablo 5’de ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ortalama ÖKA değerleri görülmektedir.

	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		
		1. ay	3. ay	6. ay
ÖKA(derece)	33.07±5.73*	42.23±6.82	43.73±6.70	42.72±5.93

Tablo 5: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKA değerleri

* $p < 0,05$



Grafik 2: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKA değerleri

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S. 1.Ay: Ameliyat sonrası 1. ay

A.S. 3.Ay: Ameliyat sonrası 3. ay

A.S. 6.Ay: Ameliyat sonrası 6. ay

Korelasyon analiziyle GİB'daki düşüşün ÖKA'ında meydana gelen değişimlerle ilişkisi incelendiğinde değerler arasındaki ilişkinin anlamsız olduğu görüldü ($p>0.05$).

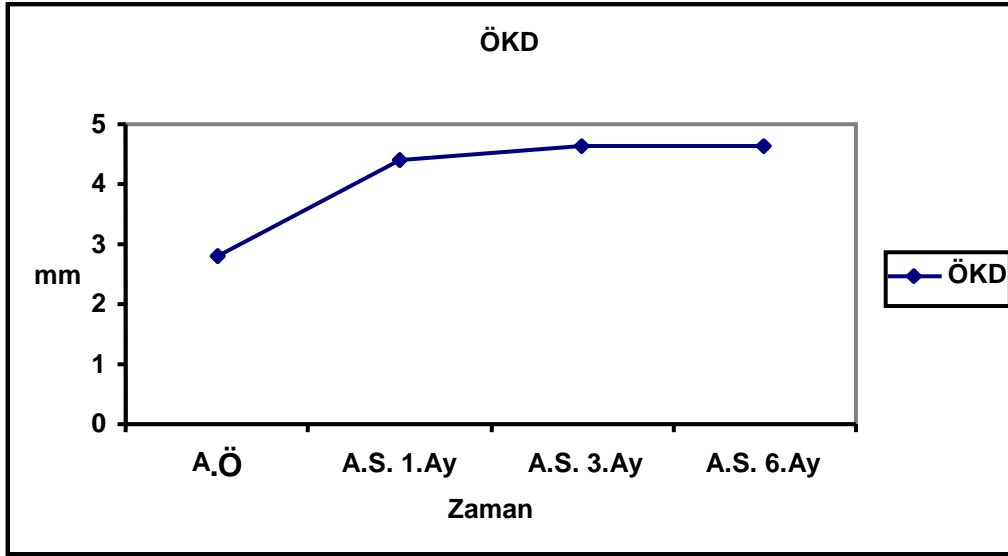
Ön Kamara Derinliğindeki Değişim

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKD değerleri karşılaştırıldığında ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası ÖKD değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ($p<0,05$). Ancak, ameliyat sonrası 1., 3., ve 6. aylardaki ÖKD değerleri kendi aralarında karşılaştırıldığında değerler arasında anlamlı fark olmadığı görüldü ($p>0,05$). Tablo 6'da ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKD değerleri görülmektedir.

	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		
		1. ay	3. ay	6. ay
ÖKD(mm)	2.79±0.42*	4.41±0.45	4.63±0.57	4.65±0.32

Tablo 6: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKD değerleri

p<0,05



Grafik 3: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKD değerleri

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S. 1.Ay: Ameliyat sonrası 1. ay

A.S. 3.Ay: Ameliyat sonrası 3. ay

A.S. 6.Ay: Ameliyat sonrası 6. ay

Korelasyon analiziyle, ameliyat sonrası GİB'da meydana gelen düşüş ile ÖKD'de meydana gelen değişim arasındaki ilişki incelendiğinde değerler arasındaki ilişkinin anlamsız olduğu görüldü (p>0.05).

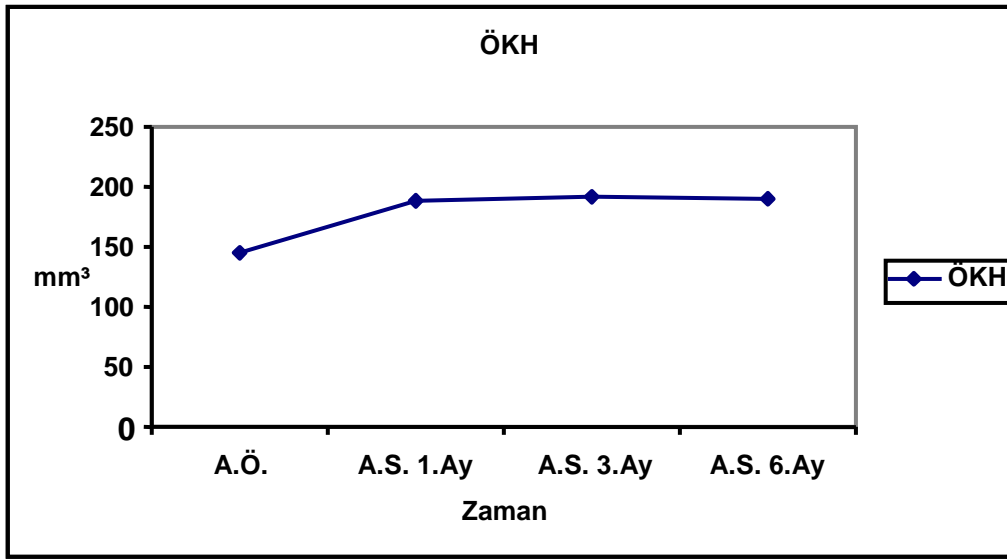
Ön Kamara Hacmindeki Değişim

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri karşılaştırıldığında ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası ÖKH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (p<0,05). Ancak ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki değerler arasında anlamlı fark yoktu (p>0,05). Tablo 7'de ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri görülmektedir.

	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		
		1. ay	3. ay	6. ay
ÖKH(mm ³)	144.68±44.55*	188.28±34.74	192.02±32.70	190.65±29.92

Tablo 7: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri

* p<0,05



Grafik 4: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S. 1.Ay: Ameliyat sonrası 1. ay

A.S. 3.Ay: Ameliyat sonrası 3. ay

A.S. 6.Ay: Ameliyat sonrası 6. ay

GİB'daki düşüşün ÖKH'de meydana gelen değişimlerle ilişkisi korelasyon analiziyle incelendiğinde değerler arasındaki ilişkinin anlamsız olduğu görüldü (p>0.05).

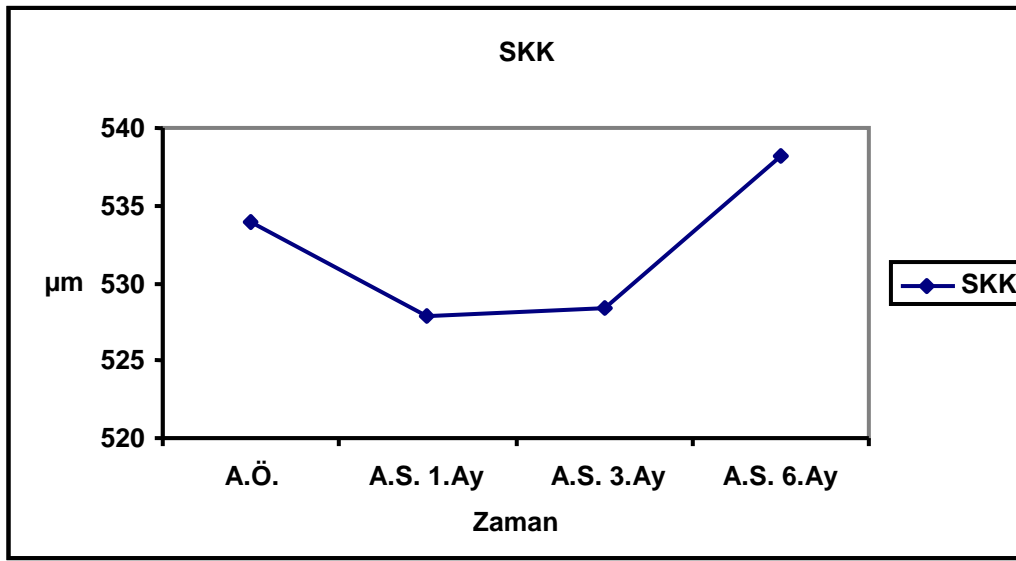
Santral Korneal Kalınlıktaki Değişim

Ameliyat öncesi ve sonrası SKK değerleri karşılaştırıldığında ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası SKK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü (p>0,05). Tablo 8'de ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası SKK değerleri görülmektedir.

	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		
		1. ay	3. ay	6. ay
SKK(μm)	533.94 \pm 34.39*	527.92 \pm 34.83*	528.40 \pm 36.40*	538.21 \pm 36.76*

Tablo 8: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası SKK değerleri

* $p>0,05$



Grafik 5: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası SKK değerleri

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S. 1.Ay: Ameliyat sonrası 1. ay

A.S. 3.Ay: Ameliyat sonrası 3. ay

A.S. 6.Ay: Ameliyat sonrası 6. ay

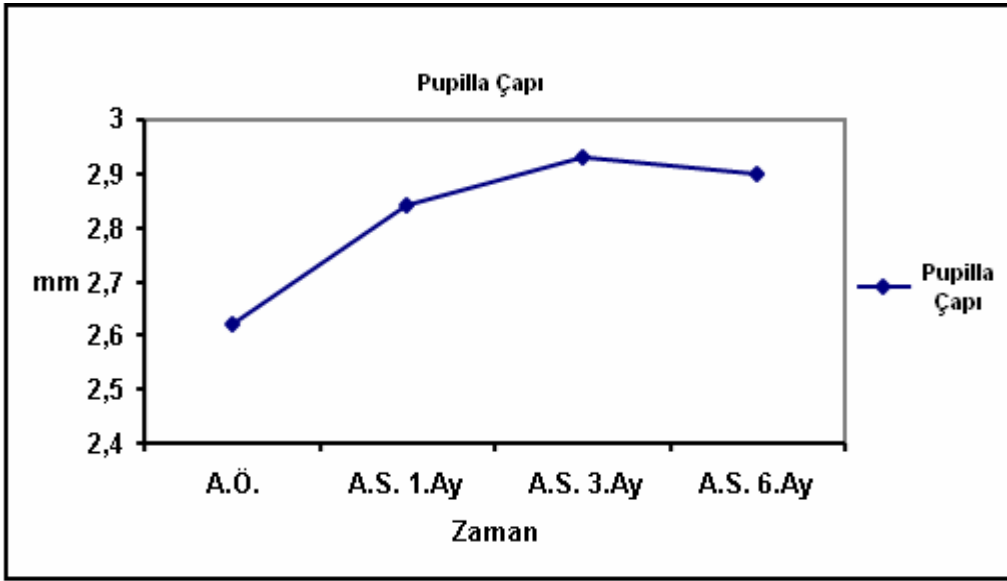
Pupilla Çapındaki Değişim

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası pupilla çap değerleri karşılaştırıldığında ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası pupilla çap değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü ($p>0,05$). Tablo 9'da ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası pupilla çap değerleri görülmektedir.

	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		
		1. ay	3. ay	6. ay
Pupilla çapı(mm)	2.62±0.67*	2.84±0.45*	2.93±0.58*	2.90±0.45*

Tablo 9:Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası pupilla çapı değerleri

* p>0,05



Grafik 6: Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası pupilla çapı değerleri

A.Ö.: Ameliyat öncesi

A.S. 1.Ay: Ameliyat sonrası 1. ay

A.S. 3.Ay: Ameliyat sonrası 3. ay

A.S. 6.Ay: Ameliyat sonrası 6. ay

BÖLÜM V

TARTIŞMA

Önlenebilir körlük nedenleri arasında olan katarakt hem az gelişmiş ülkelerde hem de gelişmiş ülkelerde körlüğün birinci nedenidir. Tüm dünyada en fazla uygulanan cerrahi işlem katarakt cerrahisidir. 1967’de Kelman’la uygulanmaya başlanan fakoemülsifikasyon yöntemi katarakt cerrahisindeki en önemli gelişmelerden bir tanesi olarak kabul edilebilir (1). Katarakt cerrahisi ve sonrasında daha önce ortaya çıkan pek çok komplikasyon fakoemülsifikasyon yöntemi ile artık daha az görülmeye başlanmıştır. Göz dokusunun anatomisine en uygun yöntem ile cerrahinin tamamlanması sonucunda kornea, iris, ön kamara açısı gibi ön segment elemanlarıyla birlikte göz arka segmenti de ameliyat sonrası daha fizyolojik şekilde korunabilmektedir. Önceleri 3.2 mm olan kesi boyutu ko-aksiyal fakoemülsifikasyon ile 2.2 mm ve bimanuel fakoemülsifikasyon yöntemi ile 1.5 mm’ye kadar azalmıştır. Kesi boyutunun küçülmesine paralel olarak yerleştirilecek GİL’lerinde meydana gelen gelişmeler de cerrahinin gelişmesinde rol oynamaktadır.

Fakoemülsifikasyon uygulaması sonrası ön ve arka segmentte meydana gelen değişimler sadece kalitatif değerlendirmelerle kalmayarak kantitatif değerlendirmeler ile de ortaya koyulmalıdır. Bu bağlamda çalışmamızda fakoemülsifikasyon uygulanan ve GİL yerleştirilen olgularda cerrahi sonrası ön segmentte meydana gelen değişimleri Pentacam-Scheimflug cihazını kullanarak ortaya koymayı planladık.

Fakoemülsifikasyon sırasında gerek mekanik gerekse travmatik olarak endotel hasarı olduğu bilinmektedir. SKK’ın endotel fonksiyon bozukluğunun göstergelerinden biri olduğu kabul edilirse fakoemülsifikasyona bağlı SKK’daki değişimleri ortaya koymak fakoemülsifikasyonun endotel fonksiyonları üzerine olan etkisini de ortaya koyacaktır. Diğer yandan SKK, kornea elastisite ve sertliğini sağlayan pek çok biyofizik faktörden biridir.

SKK primer açık açılı glokomun bağımsız risk faktörlerinden biridir (40). SKK'ın Goldmann applanasyon tonometrisi ile ölçülen GİB'na etkisi bilinmektedir (41–43). Aplanasyon tonometrisi ile GİB ölçümü santral korneadan yapıldığı için SKK özellikle önem arz etmektedir. 550µm ortalama SKK olarak kabul edilirse bu değerden her 25 µm sapma için GİB'nın 1 mmHg düzeltilmesi gerekmektedir (44). Bu bilgiler ışığında özellikle glokomu olan olguların tanı ve takibinde SKK'ın doğru şekilde ölçülmesi ve GİB'nın SKK ile birlikte değerlendirilmesi gerekli olduğu söylenebilir. Ayrıca SKK kontakt lens pratiğinde, refraktif cerrahide ve korneal hastalıkların tanısında önemli bir yere sahiptir. En sık kullanılan metod ultrasonik pakimetri olmakla birlikte bu yöntem, sadece tek noktadan ölçüm verir. Pentacam-Scheimflug, AC-OCT ve Orbscan Iiz ile SKK ölçülebilir ve ayrıca pakimetrik harita oluşturabilirler. Pakimetri haritası, keratokonus gibi korneal ektazilerin doğru tanısı için gereklidir. Refraktif cerrahiye yol gösterir. Ayrıca katarakt cerrahisi öncesi de korneanın yapısı hakkında bilgi verir ve cerrahinin planlanmasında yardımcı olur.

Çalışmamızda sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulanan ve GİL yerleştirilen hastalarda ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası SKK değişimlerini Pentacam cihazı ile değerlendirdik. Ameliyat öncesi SKK ortalama 533.94 ± 34.39 µm, ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylarda sırasıyla 527.92 ± 34.83 µm, 528.40 ± 36.40 µm, 538.21 ± 36.76 µm olarak bulundu. Ameliyat öncesi ve sonrası ölçümler arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$).

Salvi ve ark. fakoemülsifikasyonun SKK üzerine olan etkisini değerlendirmek amacıyla fakoemülsifikasyon öncesi ve ameliyattan 1 saat, 1 gün ve 1 hafta sonra SKK'ı değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar sağlıklı bir korneada ameliyat sonrası erken dönemde %13.81'lik bir artış olduğunu ancak bu artışın 1 hafta içinde normal değerlere döndüğünü bulmuşlardır (45). Falkenberg ve ark. yaptığı benzer bir çalışmada ameliyat sonrası 1. günde SKK'ta ortalama 37 µm artış olduğu ve bu artışın ameliyat sonrası ortalama 27 hafta içinde ameliyat öncesi değerlere döndüğü gösterilmiştir (46). Hager ve ark. yaptığı fakoemülsifikasyonun korneanın viskoelastik özelliklerine olan etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada SKK ameliyat öncesi ortalama 556.82 ± 32.5 µm iken, ameliyat sonrası 1. günde 580.26 ± 45.5 µm olarak bulunmuştur. Ameliyat sonrası bu anlamlı artışın korneal ödeme bağlı olabileceğini belirten araştırmacılar SKK'ın ameliyat öncesi değerlere tekrar döndüğünü belirtmektedirler (47). Etkili fakoemülsifikasyon zamanının SKK'a olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da fakoemülsifikasyon sonrası SKK'ta ameliyat sonrası artış olduğu ancak bu artışın üç ay içinde ameliyat öncesi değerlere döndüğü belirtilmektedir. Bu çalışmada ki önemli bir nokta da etkin fakoemülsifikasyon zamanı ile SKK'taki artış arasında pozitif bir

korelasyonun olmasıdır (48). Ameliyat sonrası erken dönemde meydana gelen bu artışın GİB ölçerken ve değerlendirirken göz önünde tutulması gerekmektedir.

Bizim çalışmamızda her ne kadar ameliyat sonrası erken dönem SKK değerlendirilmediyse de, yukarıdaki çalışmalarla sonuçlarımızın korele olduğunu düşünmekteyiz. Çünkü bu çalışmalarda da belirtildiği gibi ameliyat sonrası erken dönemdeki SKK'taki artış orta ve geç dönemde ameliyat öncesi değerlerine düşmüştür. Ameliyat sonrası 1. ay ile 3. ve 6. ay SKK değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark olmaması bize ameliyat sonrası 1. aydan itibaren SKK değerlerinin ameliyat öncesi değerlere döndüğünü düşündürmektedir.

GİB'na etki eden diğer bir korneal faktör de astigmatizmadır. Kurala uygun 3-4 diyoptrilik astigmatizma GİB'da 1 mmHg yanlış düşük ölçüme yol açarken, kurala aykırı 3-4 diyoptrilik astigmatizma GİB'da 1 mmHg yanlış yüksek ölçüme neden olmaktadır (49). Hem SKK'ı hem de korneal astigmatizmayı tek bir cihazda değerlendirmek klinisyene zaman ve yer tasarrufu sağlayacaktır. Bu açıdan da Pentacam-Scheimflug ayrıca avantaja sahip bir cihazdır. Pentacam-Scheimflug'ın SKK ölçmede sağlıklı bireylerde iyi tekrarlanabilirliği olduğu ve ultrason pakimetri ile uyumlu sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Ultrason pakimetri ile Pentacam-Scheimflug'ın SKK ölçmekte tekrarlanabilirliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ultrason pakimetrinin daha üstün olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmadaki diğer bir önemli nokta ise Pentacam-Scheimflug ile ölçülen SKK değerleri ultrasona göre daha düşük bulunmuştur. İki cihaz arasındaki bu farklılık klinik olarak anlamlı olmasa da istatistiksel olarak anlamlıdır (50). Yine normal gözlerde yapılan ve Pentacam-Scheimflug, ultrason pakimetri ve Orbscan cihazlarının SKK ölçmekte tekrarlanabilirliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise Pentacamın en iyi tekrarlanabilirliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada ortalama SKK Pentacam, ultrason pakimetri ve Orbscan ile sırasıyla 542, 552 ve 576µm olarak bulunmuştur. Pentacam ile elde edilen ölçümlerin diğer cihazlarla kıyaslandığında daha düşük olduğu belirtilmektedir (51).

Katarakt cerrahisinin erken ve geç dönemde GİB'daki değişimleri üzerindeki etkisi pek çok çalışmada araştırılmıştır (2-6, 52). Biz bu çalışmamızda sorunsuz fakoemülsifikasyon ve GİL yerleştirilmesinin GİB'na olan etkisi yanı sıra, GİB değişimleri ile ÖKA, ÖKD ve ÖKH değişimleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak değerlendirmeyi amaçladık.

Kataraktın çıkarılması sonrası GİB düşüşüne neden olan etken ya da mekanizma henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle hastaya ait özellikler (yaş, cinsiyet, glokom hastalığı varlığı, ameliyat öncesi GİB ve diğer göz muayene bulguları), ameliyat tekniği ile ilgili özellikler (kesinin özellikleri, katarakt çıkarım tekniği, süresi vb.) mutlaka sorgulanmalıdır.

Biz çalışmamızda ameliyat öncesi GİB'ını ortalama 14.60 ± 2.55 mmHg olarak bulduk. Ameliyat sonrası 1., 3., ve 6. aylarda ki ortalama GİB değerleri sırasıyla 12.82 ± 2.09 , 12.21 ± 1.40 ve 11.78 ± 1.27 mmHg idi. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası GİB değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.05$). Ameliyat sonrası GİB değerleri arasında fark yoktu ($p > 0.05$).

Fakoemülsifikasyon sonrası GİB düşüşü ile ÖKD ve ÖKA arasındaki ilişki Altan ve ark. tarafından çalışılmıştır. Glokomu olmayan olgularda ÖKA, ÖKD ve GİB değişimlerinin ve aralarındaki ilişkinin değerlendirildiği bu çalışmada fakoemülsifikasyon sonrası GİB'da anlamlı düşüş, ÖKD ve ÖKA'da ise anlamlı artış olduğu görülmüştür. Aralarında ki ilişki değerlendirildiğinde GİB'daki düşüşün ÖKD ve ÖKA'dan bağımsız olduğu bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar ameliyat öncesi yüksek GİB'ı olan hastalarda ameliyat sonrası daha fazla düşme olduğunu belirtmekte ve ameliyat öncesi GİB ile ameliyat sonrası GİB arasında ters bir ilişki olduğunu söylemektedirler (2).

Ön kamarada fakoemülsifikasyon sonrası meydana gelen değişiklikleri ortaya koymak için yapılan bir çalışmada Ön Kamara Derinlik Analizörü (ÖKDA) kullanılmıştır. Kashiwagi'nin geliştirdiği bu kontakt olmayan teknik, pupilla merkezinden periferik kadar ÖKD'ni kantitatif bir şekilde değerlendirmektedir. Bu çalışmada üst limbustan yapılan 3.5 mm'lik korneal kesi ile fakoemülsifikasyon sonrası ÖKD ve GİB değişimleri değerlendirilmiştir. Çalışmada fakoemülsifikasyon sonrası GİB'da anlamlı düşüş görülmüş ancak 1., 3., 5. ve 8. aylarda ölçülen GİB değerleri arasında fark olmadığını gözlemlemişlerdir. ÖKD'de fakoemülsifikasyon sonrası anlamlı artış olduğu bulunmuş ve ÖKD'de ameliyat öncesi ile kıyaslandığında en fazla midperiferde artış olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ameliyat öncesi konveks olan irisin ameliyat sonrası konkav veya düz hale geldiğini ve bu şekliyle profilaktik lazer iridotomi yapılan dar açılı gözlerdeki irisin şekline benzediğini belirtmektedirler. Araştırmacılar ÖKD'deki bu değişimin kataraktöz lensin çıkarılıp yerine GİL yerleştirilmesine bağlı olduğunu belirtmektedirler (4).

Yapılan klinik çalışmalarla küçük kesi ile yapılan fakoemülsifikasyon ile ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE) kıyaslandığında fakoemülsifikasyonun GİB düşürmede daha başarılı olduğu ortaya koyulmuştur. EKKE ile daha geniş bir kesi yapılması, ÖKA'na lensin çıkarılması ve sütürasyon sırasında hasar verilmesi gibi nedenlerden dolayı fakoemülsifikasyona göre daha yüksek GİB'na yol açtığı bildirilmektedir (53). Ayrıca fakoemülsifikasyonun yanı sıra kapsül içine GİL yerleştirilmesinin de uzun dönem GİB düşüşünde rolü olduğu gösterilmiştir (54). Sulkusa veya kapsül içine yerleştirilen GİL'leri fizyolojik bir replasman sağlayarak kristalin lens gibi mekanik bariyer oluşturmaktadır.

Böylece zonüller üzerinde gerginlik sağlayarak onları siliyer cisme doğru itmekte ve açtıkları yapılarını korumaktadır. Siliyer cisim üzerine uygulanan kuvvet sayesinde, Schlemm kanalının kollapsı önlenmektedir (55).

Saydam korneal kesi ile yapılan fakoemülsifikasyon, kombine (fakoemülsifikasyon+ trabekülektomi) cerrahinin yerini almasa da 1 ya da 2 ilaçla kontrol altında olan glokomu ve kataraktı olan olgularda önerilmektedir. Fakoemülsifikasyon, GİB kontrolü sağlamak için yapılmamalı, GİB'nin aynı seviyede kalacağı ya da 1 yıl içinde düşme olabileceği göz önünde bulundurularak planlanmalıdır (53).

Fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesinin GİB düşürmedeki etki mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Araştırmacılar aköz hümör salınımında azalma, aközün konvansiyonel dışa akımındaki direncin azalması ve uveaskleral dışa akımda artış gibi üç muhtemel mekanizma üzerinde durmaktadırlar (54–57).

Fakoemülsifikasyon uygulaması ile küçük kesi ve katlanabilir GİL yerleştirilmesi sütür gerektirmemekte ve ameliyat süresini oldukça kısaltmaktadır. Bu faktörler göz önüne alındığında fakoemülsifikasyonun, aköz dışa akımında sorun olan glokomlu olgularda daha az travmaya yol açacağı aşikardır. Kapalı bir alan içinde yüksek sıvı akımı ile gerçekleştirilen fakoemülsifikasyon trabeküler ağda bulunan glikozaminoglikanların temizlenmesini sağlar. Trabeküler ağda mekanik etki ile hücre bölünmesini hızlandırması ve birikintilerin fagositozunun artması da diğer bir muhtemel mekanizmadır (58). Bu muhtemel mekanizmalar çerçevesinde glokomlu olgularda fakoemülsifikasyonun GİB düşüşüne neden olacağı düşünülebilir. Glokomu olan ve olmayan hastalarda fakoemülsifikasyonun GİB üzerine olan etkisi Hayashi ve ark. tarafından araştırılmıştır. Fakoemülsifikasyonun GİB'na olan etkileri yanı sıra ÖKD ve ÖKA'ya olan etkileri de incelenmiştir. Bu çalışmada glokomu olmayan, açık açılı glokomu olan ve kapalı açılı glokomu olan hastalar 3 grupta incelenmişlerdir. GİB'da fakoemülsifikasyon sonrası anlamlı düşme olurken ÖKD ve İKA'da anlamlı artış olduğu görülmüştür. Gruplar arasında GİB değişimleri açısından fark olmadığını göstermişlerdir (59). Mathalone ve ark.'nın glokomu olan ve olmayan olgularda fakoemülsifikasyonun GİB'na etkisini araştırdıkları bir çalışmada da Hayashi'ye benzer sonuçlar bulunmuştur. Yazarlar glokomu olan ve olmayan gruplar arasında fark olmamasının GİB'nin düşüş mekanizması üzerine önemli bilgiler verdiğini düşünmektedirler. Buna göre, eğer GİB'daki düşüş trabeküler ağda dışa akımda artmaya bağlı olsa idi glokomu olmayan olgularda daha fazla GİB düşüşü beklenirdi. Çünkü glokomlu olguların trabeküler ağları daha fazla etkilenmiştir. Bu nedenle yazarlar GİB'daki düşüşün trabeküler ağda aköz dışa akımında direnç azalmasına değil uveaskleral yoldan dışa akım artışına bağlı meydana geldiğini

düşünmektedirler. Ameliyat sonrası salınan endojen prostaglandin F₂'nin uveoskleral yolda akımın artmasına neden olan etken olduğunu belirtilmektedir (58).

Diğer yandan, ameliyat sonrası lens kapsülünde meydana gelen kontraksiyon ve fibrozisten dolayı siliyer zonüler lifler yoluyla siliyer cisimde traksiyonun artması ve arka kamara lensinin siliyer cisme sürekli irritasyonunun aköz yapımını azaltabileceği çeşitli yazarlar tarafından belirtilmiştir (60–62).

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla GİB'daki düşmenin trabeküler ağda direncin azalmasıyla aköz dışı akımında artış olmasından çok, aköz salınımında azalma ve /veya uveoskleral yolla dışı akımda medyana gelen artışın etkisi olduğunu düşünmekteyiz.

Uzun yıllar glokom nedeniyle ilaç kullanan hastaların fakoemülsifikasyon sonrası ilaç gereksinimlerinin azalması hem ilaç yan etkilerinin azalması hem de hastanın tedaviye uyumunun artması anlamına gelir. Glokomu olan olgularda saydam korneal kesi ile fakoemülsifikasyon uygulanması hem GİB düşüşüne neden olur, hem de sonradan gerekebilecek filtran cerrahi için konjonktivanın korunmasını sağlar.

Psödoeksfoliasyon glokomlu (PEX) olgularda, fakoemülsifikasyon sonrası GİB değişimlerinin nasıl olacağı merak edilen diğer bir durumdur. Sistemik bir hastalık olarak kabul edilen PEX göz ön segmentinde ilerleyici tarzda hücre dışı fibriler bir materyalin birikmesi ile karakterizedir. Açık açılı glokom, katarakt prevalansında artış, lens subluksasyonu vb. gibi pek çok göz bulgusu ile birlikte olan PEX aynı zamanda ameliyatta artmış komplikasyon riskini de beraberinde getirir. Primer açık açılı glokomla kıyaslandığında daha hızlı ilerleyen ve ilaçlara daha az cevap veren bir glokom tipidir. Tüm bu nedenler göz önüne alındığında PEX'li olgularda fakoemülsifikasyon ile katarakt çıkarımı sonrası GİB'daki değişimlerin bilinmesi sadece fakoemülsifikasyon mu yapalım yoksa kombine cerrahi mi uygulayalım sorularına da cevap olacaktır.

Damji ve ark. fakoemülsifikasyon sonrası GİB değişimi, PEX'i olan ve olmayan iki grupta karşılaştırmışlardır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında PEX'i olan grupta GİB'da anlamlı düşme olduğunu bulmuşlardır. Yazarlar, fakoemülsifikasyon uygulaması sonrası GİB'daki bu düşüşü iridolentiküler sürtünmenin azalmasına ve böylece iristen pigment materyalinin ve yine iris ve lensten eksfoliasyon materyalinin salınımının azalmasına bağlamaktadırlar. Ayrıca pigment ve eksfoliasyon materyalinin trabeküler sistemden yıkanarak uzaklaştırıldığını da belirtmektedirler. 2 yıllık çalışma sonunda yazarlar eksfoliasyon varlığı, ameliyat öncesi GİB değeri ve ameliyat sırasındaki yıkama hacminin ameliyat sonrası GİB'nı belirleyebilecek faktörler olduğunu belirtmektedirler (63). Pohjalainen ve ark. yaptığı bir çalışmada PEX'i olan ve olmayan olgularda

fakoemülsifikasyon sonrası GİB değışimleri karşılaştırılmıştır. PEX'i olan olgularda GİB'daki düşme daha fazla olsa da gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır (6).

Katarakt ve glokom birlikteliği yaşlı popülasyonda oldukça sık rastlanılan bir durumdur. Glokomu ilaç tedavisi ile kontrol edilemeyen ancak kataraktı orta düzeyde olan hastalara yaklaşım cerrahlar tarafından sıkça karşılaşılan sorunlardan biridir. Katarakt ameliyatı için henüz erken olması bir yana kombine yapılacak bir ameliyat daha yüksek komplikasyon oranına sahiptir. Bu nedenlerden ötürü bu hastalara öncelikli olarak cerrahların yaklaşımı trabekülektomi yapmak ileri bir zamanda ise katarakt ameliyatı yapmak şeklindedir (64). Katarakt ve glokom eş zamanlı bulunabileceği gibi filtran cerrahi geçirmiş hastalarda katarakt oluşma ihtimali yüksektir. Çünkü bilindiği üzere her ikisi de yaşla görülme ihtimali artan hastalıklardır ve katarakt trabekülektominin en sık karşılaşılan geç komplikasyonlarından biridir (65).

Yapılan pek çok çalışmada trabekülektomi uygulanan hastalarda sonradan yapılacak EKKE ya da fakoemülsifikasyonun GİB üzerine uzun dönemde minimal etkisi olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda da EKKE yapılan hastalara bazen ek ilaç tedavisi gerekebileceği bildirilmektedir (66–68).

Casson ve ark. trabekülektomi sonrası yapılan katarakt ameliyatı tipinin (fakoemülsifikasyon veya EKKE) GİB değışimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada da 2 yıl sonunda her iki teknik arasında GİB kontrolü açısından fark bulunamamıştır (69).

Park ve ark. ise filtran cerrahi geçirmiş kataraktlı olgulara temporal saydam korneal kesi yaklaşımı ile yapılan fakoemülsifikasyonun GİB kontrolü üzerine etkisini araştırmıştır. 1 yıllık takip sonunda ameliyat öncesi GİB ile ameliyat sonrası GİB arasında anlamlı fark görülmemiştir (70).

Manoj ve ark. yaptığı bir çalışmada, trabekülektomi geçirmiş ve kataraktı olan olgularda fakoemülsifikasyon ve EKKE'nin GİB kontrolüne etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda araştırmacılar, fakoemülsifikasyon yapılan hastalarda istenen GİB seviyesinin ilaçsız sağlanmasına karşın, EKKE yapılan hastaların %20.59'una ek tedavi gerektiğini belirtmektedirler. Ayrıca EKKE'ye bağlı göz içi inflamasyona daha sık rastlanmıştır (71). EKKE'de ameliyat sırasında manipülasyonların özellikle de irise manipülasyonların fakoemülsifikasyona oranla daha fazla olması ve geniş kesi yapılması EKKE'nin dezavantajlarından biridir. Katarakt ameliyatı sırasında irise manipülasyon GİB kontrolü için ek tedaviye gereksinim duyulmasına neden olmaktadır (66).

ÖKD, katarakt cerrahisi ve fakik göz içi lens yerleştirilmesi öncesi bilinmesi gereken önemli bir parametredir. Katarakt cerrahisinde gelinen noktaya rağmen istenmeyen refraktif sonuçlar alınabilmekte ve GİL'in çıkarılmasıyla sonuçlanmaktadır. Ameliyat sonrası hasta ve doktor memnuniyeti açısından önem arz eden refraksiyon, ameliyat öncesi doğru biyometri ile mümkündür. Keratometri ve aksiyal uzunluk değerleriyle elde edilen GİL gücü yanında efektif lens pozisyonunun belirlenmesi için ÖKD'nin de ameliyat öncesi doğru olarak ölçülmesi gerekmektedir. ÖKD'deki 0.1 mm'lik bir hata ameliyat sonrası 0.1 D refraksiyon kusuruna neden olacaktır. Bu nedenlerden dolayı ameliyat sonrası GİL'in pozisyonunun doğru bir şekilde tahmini için ameliyat öncesi ÖKD'ni doğru ölçmek önemlidir. Ayrıca ÖKD glokom hastalarının tanı ve tedavisinde de öneme sahiptir (72).

ÖKD üzerine fakoemülsifikasyonun etkisi yapılan pek çok çalışma ile araştırılmıştır (2, 59, 73). Kurimoto ve ark. yaptıkları çalışma sonucunda ÖKA ile birlikte ÖKD'de de artma olduğunu ve bunun ameliyat öncesi değerler ile ters korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır. Yani ameliyat öncesi ÖKD az olan olgularda ameliyat sonrası artışın daha fazla olduğunu belirtmektedirler (74). Kurimoto ve ark.'larının yaptıkları çalışmaya benzer sonuçlar Pereira ve ark. tarafından yapılan çalışma ile desteklenmektedir (73).

Çalışmamızda fakoemülsifikasyon sonrası ÖKD'de artış meydana geldiğini gözlemledik. Pentacam ile yaptığımız değerlendirmede ameliyat öncesi ÖKD 2.79 ± 0.42 mm iken ameliyat sonrası 1. ayda 4.41 ± 0.45 mm, 3. ayda 4.63 ± 0.57 mm ve 6. ayda 4.65 ± 0.32 mm olarak bulunmuştur. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Ameliyat sonrası 1., 3., ve 6. aylar arasında ki farklılık ise istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$). ÖKD ve GİB arasındaki ilişki korelasyon analizi ile değerlendirildi ve iki parametre arasında bir ilişki olmadığı görüldü ($p > 0.05$).

Fakoemülsifikasyon sonrası ÖKD'de artış, ÖKA'da genişleme ve GİB'da da düşme meydana geldiğinden, kronik açı kapanması glokomu ve kataraktı olan olgulara ilk olarak fakoemülsifikasyon önerilmektedir (59, 75, 76). Yapılan bir çalışmada fakoemülsifikasyon sonrası ön kamara 1.37 kez daha derin ve ön kamara açısı 1.57 kez daha genişlemiş olarak bulunmuştur. Ön kamara ne kadar sığ ise derinleşme o kadar fazla, ön kamara açısı ne kadar dar ise genişleme o kadar fazla olarak bulunmuştur (74). Bu bilgiler doğrultusunda fakoemülsifikasyonun ön kamaranın oldukça sığ ve ön kamara açısının da dar olduğu primer açı kapanması glokomu tedavisinde faydalı olacağı öngörülebilir. Roberts ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada fakoemülsifikasyon yapılan PAKG'lu olgularda GİB'da düşüş sağlamışlardır (75). Tüm dünyada primer glokom olgularının üçte birini oluşturan PAKG tedavisinde primer

tedavi olarak fakoemülsifikasyonun GİB'na olan etkisi merak edilmektedir. Liu ve ark. tarafından PAKG olan olgularla yapılan bir çalışmada fakoemülsifikasyon sonrası GİB düşüşü anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca yazarlar ameliyat öncesi GİB ve ÖKD'nin ameliyat sonrası GİB'nı belirlemede önemli faktörler olduğunu belirtmektedirler (76).

Klinikte rutin uygulamada ÖKD geleneksel olarak aplanasyon ultrason ile ölçülmektedir. ÖKD ölçümünde A-scan ultrason ile Pentacam-Scheimflug, Orbscan ve optik pakimetrisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada A-scan ile daha düşük değerler bulunurken diğer üç optik cihaz arasında iyi bir uyum olduğu görülmüştür. A-scan ultrason ile ölçüm yaparken indentasyonun daha düşük değerlere yol açabileceği belirtilmektedir (77). Pentacam-Scheimflug ile Orbscan karşılaştırıldığında ise Pentacam ile daha düşük değerler bulunmuştur (78). Meinhardt ve ark. ÖKD ölçümlerini Pentacam-Scheimflug, İOL Master, AS Master ve Jaeger slit-lamp pakimetrisi arasında karşılaştırmıştır. Buna göre 3.92 mm ortalama değer ile ÖKD en geniş olarak Pentacam-Scheimflug ile ölçülmüştür. AS Master ile bu değer 3.80 mm iken İOL Master ile 3.63 mm olarak ölçülmüştür. Pentacam-Scheimflug, İOL Master'a göre daha az gözlemciler arası farklılık gösterse de AS Master'da bu fark daha da azdır. Standart sapmalar İOL Master, Pentacam-Scheimflug ve AS Master'da sırasıyla 24.5, 12.7 ve 5.4 µm olarak bulunmuştur. AS Master her ne kadar bu çalışmada en yüksek tekrarlanabilirliğe sahip olarak bulunmuşsa da İOL-Master ve Pentacam Scheimflug'ın daha kısa öğrenme ve uygulama zamanına sahip olmaları avantajları olarak bildirilmektedir. Araştırmacılar ölçümlerdeki farklılıkları değerlendirirken cihazların ölçüm prensiplerinin göz önünde tutulması gerektiğini belirtmektedirler. Çünkü parsiyel koherens interferometri ile optik yollar ölçülmekte ve ölçüm refraktif indeksle hesaplanmaktadır. Oysa ultrasonik ölçümlerde, ses hızını kullanılarak ortamdaki geçiş zamanı ölçülmekte ve uzunluk hesaplanmaktadır. Ayrıca AS Master optik aksı kullanırken İOL-Master, Pentacam Scheimflug ve Jaeger slit-lamba görme aksını kullanmaktadırlar (35). İOL Master ile ölçülen ÖKD'nin kornea epiteli ile lens ön yüzeyi arasındaki mesafedir.

Diğer bir ön segment parametresi olan ÖKA'nın ortalama değerleri ameliyat öncesi $33.07^{\circ} \pm 5.73^{\circ}$ idi. Ameliyat sonrası 1. ayda $42.23^{\circ} \pm 6.82^{\circ}$, 3. ayda $43.73^{\circ} \pm 6.70^{\circ}$ ve 6. ayda $42.72^{\circ} \pm 5.93^{\circ}$ idi. ÖKA değerlerindeki ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.05$). Ancak ameliyat sonrası değerler arasında fark yoktu ($p > 0.05$). GİB değerleri ile ÖKA değerleri arasındaki ilişki korelasyon testi ile değerlendirildiğinde iki parametre arasında herhangi bir korelasyon bulunamadı ($p > 0.05$).

Ön kamara açısının değerlendirilmesi rutin göz muayenesinde önemli bir yere sahip olsa da glokom hastalarında vazgeçilmezdir. Kontakt lens kullanılarak gonyoskopi ile açının

değerlendirilmesi geleneksel yoldur. Bu yöntemle açının değerlendirilmesi subjektiftir ve spesifik açı elemanlarının görülebilirliği ile orantılıdır. OCT, UBM, Orbscan ve Pentacam ile İKA kantitatif olarak değerlendirilebilse de sadece OCT ve UBM açının görüntülenmesi sağlar. Açı hesaplanması iris ile kornea arka yüzeyi arasındaki açının hesaplanması ile mümkündür. Oysa açının görüntülenebilmesi iris kökü, açı resesyonu, ön siliyer cisim, skleral mahmuz ve Schlemm kanalı gibi anatomik detayların gözlenebilmesi anlamına gelmektedir.

Pentacam-Scheimflug ve Orbscan ile açı hesaplaması mümkünken, direkt olarak açının görüntülenmesi mümkün değildir. Orbscan ile açı hesaplamasının yüksek tekrarlanabilirliği olduğu ve klinik parametrelerle uyumlu olduğu gösterilmiştir (78). Görüntüleme cihazları ile PAKG hakkında detaylı bilgi elde edilebilir. Aksiyal ÖKD ve limbal ÖKD özellikle Doğu Asya ırkında PAKG gelişmesi açısından bilgi verici parametreler olduğu kabul edilmekte ve PAKG için populasyon tarama parametresi olabileceği bildirilmektedir (81). Pentacam-Scheimflug ve SLT-OCT ön kamara ve ÖKH hakkında objektif bilgi verir. Bu ölçümler PAKG riski olan bireylerin tespitinde önemli olabilir. Ancak bu konuda daha ileri çalışmalar gerekmektedir.

ÖKD ve ÖKA'da fakoemülsifikasyon sonrası meydana gelen artışa paralel olarak ÖKH'de de artış beklenir. Çalışmamızda ÖKH'nin ameliyat öncesi ortalama değeri $144.68 \pm 44.55 \text{ mm}^3$ idi. Ameliyat sonrası 1. ayda $188.28 \pm 34.74 \text{ mm}^3$, 3. ayda $192.02 \pm 32.70 \text{ mm}^3$ ve 6. ayda $190.65 \pm 29.92 \text{ mm}^3$ olarak bulundu. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ÖKH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ($p < 0.05$). Ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki değerler arasında anlamlı fark yoktu. ÖKH değerleri ile GİB arasındaki ilişki korelasyon testi kullanılarak analiz edildi. ÖKH'deki artış ile GİB değerlerindeki azalma arasında bir korelasyon olmadığı görüldü ($p > 0.05$).

Gözün diyaframı olarak tanımlayabileceğimiz pupilla göze giren ışık miktarını belirler. Işığın miktarına göre pupilla çapı, karanlıkta 8 mm, yoğun ışık altında ise 1.5 mm arasında değişir. Kamaşmayı önleyici olması yanında akomodasyon amplitüdü, binoküler fonksiyon ve multifokal GİL olan hastalarda uzak ve yakın görmeye katkısından dolayı görsel fonksiyonlar üzerinde de önemli rol oynar (81). Bu nedenlerden dolayı fakoemülsifikasyon sonrası özellikle multifokal GİL yerleştirilmesi planlanan hastalarda pupillada meydana gelebilecek değişimlerinde iyi bilinmesi gerekmektedir. Biz çalışmamız sonucunda sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulanan ve GİL yerleştirilen olgularda ameliyat sonrası pupilla değişimlerinin anlamlı olmadığını gözlemledik. Ameliyat öncesi hastaların ortalama pupilla çapları $2.62 \pm 0.67 \text{ mm}$ idi. Ameliyat sonrası 1. ayda $2.84 \pm 0.45 \text{ mm}$, 3. ayda $2.93 \pm 0.58 \text{ mm}$ ve

6.ayda ise 2.90 ± 0.45 mm olarak bulundu. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Hayashi ve ark. fakoemülsifikasyonun pupilla çap ve fonksiyonlarına olan etkisini değerlendirdikleri ve diyabetik olan ve olmayan hastalar arasındaki farklılığa baktıkları bir çalışmada ameliyat sonrası 3. günde pupilla çapında bir azalma olduğunu ancak bunun ameliyat sonrası 1. ayda normal değerlere döndüğünü belirtmektedirler. Yazarlar ameliyat öncesi pupilla çapının ameliyat sonrası pupilla çapını belirlemede en önemli faktör olduğunu belirtmekte ve multifokal GİL için uygun hastaların bu şekilde tespit edilebileceğini belirtmektedirler (82).

Sonuç olarak, sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi sonrası GİB ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düşme olduğu bunun yanı sıra ön segment parametrelerinden ÖKA, ÖKD, ÖKH'de ise ameliyat öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu bulundu. Bu parametrelerden ÖKA, ÖKD ve ÖKH ile GİB arasındaki bir ilişki olmadığı saptandı. SKK ve pupilla çapında ise ameliyat sonrası değişiklik olmadığı görüldü.

Ön segment parametreleri ve GİB'da ameliyat sonrası meydana gelen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olması ancak ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylar arasındaki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmaması ameliyat sonrası 1. aydan itibaren ön segment parametrelerinin ve GİB'nın stabilize olduğunu düşündürmektedir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi sonrası GİB değerlerinde, ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede düşme olduğu görülmüştür.

Sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi sonrası ön segment parametrelerinden ÖKD, ÖKH ve ÖKA'da da ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu görülmüştür.

GİB ve ÖKD, ÖKH ve ÖKA gibi ön segment parametrelerinde ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmaması, ön segment parametrelerinin 1. aydan itibaren stabilize olduğunu göstermektedir.

GİB ile ÖKA, ÖKD ve ÖKH arasında ilişki olmadığı görülmüştür.

Sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi sonrası endotel fonksiyonun bir göstergesi olarak kabul edilen SKK'ta ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı değişim olmadığı görülmüştür.

Özellikle multifokal GİL planlanan hastalarda önemli bir parametre olan pupil çapında sorunsuz fakoemülsifikasyon uygulaması ve GİL yerleştirilmesi sonrası ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı değişim olmadığı görülmüştür.

BÖLÜM VII

ÖZET

Amaç: Sorunsuz fakoemülsifikasyonun Pentacam ile alınan ön segment parametrelerine ve GİB'na etkilerini değerlendirmek.

Hasta-Metod: 34 hastanın (26 erkek, 8 kadın) 42 gözü ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylarda Pentacam ile değerlendirildi. GİB Goldmann aplanasyon tonometrisi ile ölçüldü. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki ÖKD, ÖKH, ÖKA, SKK, pupilla çapı ve GİB değerleri eşleştirilmiş t-testi ile karşılaştırıldı. GİB ile ÖKD, ÖKH ve ÖKA genişliği arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Pearson korelasyon testi kullanıldı.

Bulgular: ÖKD, ÖKH, ÖKA ve GİB değerlerinde ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0.05$). SKK ve pupilla çapı ölçümlerinde ise ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1., 3. ve 6. aylardaki değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$). GİB düşüşü, ÖKD, ÖKH ve ÖKA'daki değişimlerle korelasyon göstermemekteydi ($p>0.05$).

Sonuç: Sorunsuz fakoemülsifikasyon, belirgin GİB düşüşüne, ÖKD, ÖKH'da artışa ve ÖKA'da genişlemeye neden olmaktadır. Ancak SKK ve pupilla çapı değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi. ÖKD, ÖKH, ÖKA ve GİB'daki değişim ameliyat sonrası 1. aydan itibaren stabilleşmektedir.

BÖLÜM VIII

SUMMARY

Purpose: To evaluate the influences of uneventful phacoemulsification on the anterior segment parameters obtained with Pentacam and intraocular pressure (IOP).

Methods: Forty-two eyes of 34 patients (26 male and 8 female) evaluated for preoperatively, and 1, 3, and 6 months postoperatively with the Pentacam (rotating Scheimpflug camera; Oculus, Wetzlar, Germany), and IOP was measured with Goldmann applanation tonometer. The nonparametric paired t-test was used to compare preoperative and 1, 3, and 6 months postoperative anterior chamber depth (ACD), anterior chamber volume (ACV), anterior chamber angle (ACA) width, central corneal thickness (CCT), pupil size, and IOP. Pearson correlation test was used to evaluate the relationship between the IOP and ACD, ACV, and ACA width.

Results: The difference between preoperative ACD, ACV, ACA, and IOP values and postoperative 1, 3, and 6 months ACD, ACV, ACA, and IOP values were statistically significant ($p < 0.05$). The differences between preoperatively and postoperatively at 1st, 3rd, and 6th months' CCT, and pupil size measurements were not statistically significant ($p < 0.05$). IOP decrease was not correlated with the changes in ACD, ACV, and ACA ($p > 0.05$)

Conclusions: Uneventful phacoemulsification significantly reduced IOP, increased ACD, ACV, and widened the ACA but CCT, and pupil size values alteration were not

statistically significant. ACD, ACV, ACA, and IOP alteration remains stable after first month of surgery.

BÖLÜM IX

KAYNAKLAR

1. Pandey SK, Milverton EJ, Maloof AJ. A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery. Clin and Experiment Ophthalmol 2004; 32:529–533.
2. Altan C, Bayraktar S, Altan T et al. Anterior chamber depth, iridocorneal angle width and intraocular pressure changes after uneventful phacoemulsification in eyes without glaucoma and with open iridocorneal angles. J Cataract Refract Surg 2004; 30:832–838.
3. Yıldırım N, Özer A, Şahin A ve ark. Fakoemülsifikasyonemülsifikasyon ve intraoküler lens implantasyon cerrahisinin ön kamara derinliği, ön kamara açısı ve göz içi basıncı üzerine etkisi. T. Oft. Gaz. 2006; 36:311–315.
4. Kashiwagi K, Kashiwagi F, Tsukahara S. Effects of small-incision phacoemulsification and intraocular lens implantation on anterior chamber depth and intraocular pressure. J Glaucoma 2006; 15:103–109.
5. Shingleton BJ, Gamell LS, O'Donoghue MW et al. Long-term changes in intraocular pressure after clear corneal phacoemulsification: Normal patients versus glaucoma suspect and glaucoma patients. J Cataract Refract Surg 1999; 25:885–890.
6. Pohjalainen T, Vesti E, Uusitalo RJ, et al. Intraocular pressure after phacoemulsification and intraocular lens implantation in nonglaucomatous eyes with and without exfoliation. J Cataract Refract Surg 2001; 27:426–431.
7. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimflug camera. J Cataract Refract Surg 2006; 32: 456–459.

8. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol* 2007; 91: 551–557.
9. Fine BS, Yanoff M. *Ocular Histology*; 2nd ed. Hagersstown: Harper Row Publisher Inc. 1979;163-168.
10. Bourchard CS, Cameron JD, Schultz GS. Pathologic responses of the cornea, sclera and ocular adnexia: Ocular immune responses, corneal reaction to injury, modulation of corneal wound healing. In: Krachamer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). *Cornea*, St. Louis: Mosby-Year Book, Inc. 1997:68-128.
11. Kanski JJ. *Klinik Oftalmoloji*; 4. Baskı. İstanbul Nobel Tıp Kitabevi.2001;96-97.
12. Edelhauser HF, Ubels JL. The Cornea and The Sclera. In: Kaufman PL, Alm A. *Adler's Physiology of The Eye*. Tenth edition. St.Louis: Mosby 2003:47- 114.
13. Shapiro MS, Friend J, Thoft RA. Corneal re-epithelialization from the conjunctiva. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1981;21:135-142.
14. Hogan MJ, Zimmermann LE. *Ophthalmic Pathology*. Philadelphia: WB Saunders.1962.
15. Kim T, Palay DA. Developmental abnormalities of the cornea: developmental corneal anomalies of size and shape. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). *Cornea*, St. Louis: Mosby-Year Book. 1997:871-888.
16. Apple DJ, Rabb MF. *Ocular Pathology*, 4th. St Louis: Mosby-Year Book. 1991.
17. Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.1997; 38:779-782.
18. Yee RW, Matsuda M, Schultz RO, Edlehauser HF. Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. *Curr Eye Res*. 1985; 4:671-677.
19. Mcdermott ML, Atluri HKS. Corneal endothelium. Janoff M, Dukers JS. *Ophthalmology* 2nd edition, 4th. St Louis: Mosby-Year Book. 2004; 423.
20. Nishida T. Basic Science: Cornea, sclera and ocular adnexia anatomy, biochemistry, physiology and biomechanics. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). *Cornea*, St. Louis: Mosby-Year Book. 1997; 3-28.
21. Shields B. Aqueous humor dynamics. *Anatomy and Physiology. Textbook of Glaucoma*, Third edition. Baltimore: Williams&Wilkins 1992;5-36.
22. Drechal EL, Rohen JW. Morphology of aqueous outflow pathways in normal and glaucomatous eyes. Chapter 5. *The glaucomas*. Volume 1. Ritch R, Shields MB, Krupin T. Second edition. St Louis. Mosby-Year Book 1996; 89-123.

23. Yalvaç I. Glokom. Aydın P, Akova YA. Temel Göz Hastalıkları. Ankara: Güneş Kitabevi. 2001:259-274.
24. Krupin T. Aqueous Dynamics Manual of Glaucoma. New York: Churchill Livingstone, 1988:1-5.
25. Kanski JJ. Klinik Oftalmoloji. Dördüncü baskı. Nobel Tıp kitapları. İstanbul 2001:193.
26. Martyn CN, Ewing DJ. Pupil cycle time: a simple way of measuring an autonomic reflex. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1986; 49: 771-774.
27. Beebe DC. The Lens. In: Kaufman PL, Alm A. Adler's Physiology of The Eye. 10th ed. St. Louis: Mosby 2003:117-158.
28. Özçetin H. Lens. Özçetin H. Katarakt ve Tedavisi. İstanbul: Scala 2005:8-15.
29. Weingeist TA, Liesegang TJ, Grand MG. Lens and Cataract Biochemistry Chapter 2. American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course 2000–2001;10–17.
30. Jaffe N, Horwitz J. Lens And Cataract. New York. Gower Medical 1992: 7.1-7.10.
31. Turaçlı E. Glokom SNF Televizyon Tanıtım Tasarım Yayıncılık. Ankara. 2003; 4-10.
32. Turner SJ, Lee EJK, Hu V, et al. Scheimflug imaging to determine intraocular lens power in vivo. J Cataract Refract Surg 2007; 33:1041-1044.
33. Pascucci SE. Comprehensive analysis, clinical benefits. Surgical screening and planning using the Pentacam. Suppl to Cataract Refract Surg 2007 summer 3-5.
34. Dada T, Sihota R, Gadia R, et al. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrason biomicroscopy for assessment of the anterior segment. J Cataract Refract Surg 2007; 33:837-840.
35. Meinhardt B, Stachs O, Stave J, et al. Evaluation of biometric methods for measuring the anterior chamber depth in the non-contact mode. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 2006 244:559-564.
36. Doğanay S, Borazan M. Refraktif cerrahi geçirmiş olgularda göz içi lens gücü hesaplanmasındaki problemler ve optik koherens biometri. T Klin Oftalmoloji 2004;13:94-103.
37. Lavanya R, Teo L, Friedman DS, et al. Comparison of anterior chamber depth measurements using the IOLMaster, Scanning Peripheral Anterior Chamber Analyser and Anterior Segment Optical Coherence Tomography. Br J Ophthalmol 2007; 8:1023-1026.

38. Özçetin H, Demir B. Katarakt Cerrahisinin Tarihçesi. Özçetin H. Katarakt ve Tedavisi. İstanbul: Scala 2005:93-119.
39. Fishkind WJ. The phaco machine: How it acts and reacts. Agarwal S, Agarwal A, Agarwal A. Phacoemulsification. Third Edition New Delhi: Jaypee 2004. 87-98.
40. Gordon Mo, Beiser JA, Brandt JD, et al. Baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol 2002; 28:259-264.
41. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol (Copenh) 1975; 53: 34-43.
42. Whiteacre MM, Stein RA, Hussanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. Am J Ophthalmol 1993; 115: 592-596
43. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, et al. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: the Rotterdam Study. Am J Ophthalmol 1997; 123: 767-772.
44. Kohlhass M, Boehm AG, Spoerl E, et al. Effect of central corneal thickness, corneal curvature, and axial length on applanation tonometry. Arch Ophthalmol 2006; 124:471-476.
45. Salvi SM, Soong TK, Kumar BV, et al. Central corneal thickness changes after phacoemulsification cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2007;33:1426-1428.
46. Falkenberg B, Kutschan A, Wiegand W. Analysis of optical parameters after cataract surgery and implantation of foldable lens. Ophthalmologe 2005;102: 587-591.
47. Hager A, Loge K, Füllhas MO, et al. Changes in corneal hysteresis after clear corneal cataract surgery. Am J Ophthalmol 2007; 144:341-346.
48. Horoz H, Bozkır H, Ardagil A, ve ark. Fakoemülsifikasyonemülsifikasyonda Fakoemülsifikasyon zamanının postoperatif santral korneal kalınlığa etkisi. T. Oft Gaz. 2005; 35:222-226.
49. Doğanay S, Er H, Cumhuriçcu T, ve ark. Keratokonuslu olgularda santral korneal kalınlığın göz içi basıncı ölçümüne etkisi. T Klin Oftalmoloji 2002; 11: 207-211.
50. O'Donnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using ultrason pachymetry and the Oculus Pentacam. Cornea 2005;24:920-924.
51. Lackner B, Schmidinger G, Pieh S, et al. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan and Ultrasound. Optom Vis Sci 2005;82:892-899.

52. Suzuki R, Tanaka K, Sagara T, et al. Reduction of intraocular pressure after phacoemulsification and aspiration with intraocular lens implantation. *Ophthalmologica* 1994; 208:254-258.
53. Kooner KS, Dulaney DD, Zimmerman TJ. Intraocular pressure following ECCE and IOL implantation in patients with glaucoma. *Ophthalmic Surg* 1988;19:570-575.
54. Miyake K, Asakura M, Kobayashi H. Effect of intraocular lens fixation on the blood-aqueous barrier. *Am J Ophthalmol* 1984; 98:451-455.
55. Alpar JJ. Glaucoma after intraocular lens implantation: Survey and recommendations. *Glaucoma* 1985; 5:241-245.
56. Meyer MA, Savitt ML, Kopitas E. The effect of phacoemulsification on aqueous outflow facility. *Ophthalmology* 1997; 104:1221-1227.
57. Kerstetter JR, Brubaker RF, Wilson SE, et al. Prostaglandin F_{2α} I-Isopropylester lowers intraocular pressure without decreasing aqueous humor flow. *Am J Ophthalmol* 1988; 105:30-34.
58. Mathalone N, Hyams M, Neiman S, et al. Long-term intraocular pressure control after clear corneal phacoemulsification in glaucoma patients. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:479-483.
59. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, et al. Changes in anterior chamber angle width and depth after intraocular lens implantation in eyes with glaucoma. *Ophthalmology* 2000; 107:698-703.
60. Çekiç O, Batman C, Totan Y, et al. Changes in anterior chamber depth and intraocular pressure after phacoemulsification and posterior chamber intraocular lens implantation. *Ophthalmic Surg. Lasers* 1998; 29:639-642.
61. Sacca S, Marletta A, Pascotto A, et al. Daily tonometric curves after cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2001; 85:24-29.
62. Çekiç O, Batman C. Effect of capsulorhexis size on postoperative intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 416-419.
63. Damji KF, Konstas AGP, Liebmann JM, et al. Intraocular pressure following phacoemulsification in patients with and without exfoliation syndrome: a 2 year prospective study. *Br J Ophthalmol* 2006; 90:1014-1018.
64. Obstbaum SA. Glaucoma and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1986; 12:257-261.
65. Molteno ACB, Bosma NJ, Kittelson JM. Otago glaucoma surgery outcome study: long-term results of trabeculectomy-1976 to 1995. *Ophthalmology* 1999; 106:1742-1750.

66. Yamagami S, Araie M, Mori M, et al. Posterior chamber intraocular lens implantation in filtered or non-filtered glaucoma eyes. *Jpn J Ophthalmol* 1994; 38:71-79.
67. Chen PP, Weaver YK, Budenz DL, et al. Trabeculectomy function after cataract extraction. *Ophthalmology* 1998; 105:1928-1935.
68. Dickens MA, Cashwell LF. Long-term effect of cataract extraction on the function of an established filtering bleb. *Ophthalmic Surg Lasers* 1996; 27:9-14.
69. Casson RJ, Riddell CE, Rahman R, et al. Long-term effect of cataract surgery on intraocular pressure after trabeculectomy. Extracapsular extraction versus phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:2159-2164.
70. Park HJ, Kwon YH, Weitzman M, et al. Temporal corneal phacoemulsification in patients with filtered glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1997; 115:1375-1380.
71. Manoj B, Chako D, Khan MY. Effect of extracapsular cataract extraction and phacoemulsification performed after trabeculectomy on intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:75-78.
72. Nemeth G, Vajas A, Kolozsvari B, et al. Anterior chamber depth measurements in phakic and pseudophakic eyes: Pentacam versus ultrason device. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:1331-1335.
73. Pereira FAS, Cronemberger S. Ultrasound biomicroscopic study of anterior segment changes after phacoemulsification and foldable intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2003; 110:1799-1806.
74. Kurimoto Y, Park M, Sakaue H, et al. Changes in the anterior chamber configuration after small-incision cataract surgery with posterior chamber intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol* 1997; 124:775-780.
75. Roberts TV, Francis IC, Lertusumitkul S, et al. Primary phacoemulsification for uncontrolled angle-closure glaucoma. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:1012-1016.
76. Liu CJL, Cheng CY, Wu CW, et al. Factors predicting intraocular pressure control after phacoemulsification in angle closure glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2006; 124:1390-1394.
77. Koranyi G, Lyndahl E, Norrby S, et al. Anterior chamber depth measurement: A-scan versus optical methods. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:243-247.
78. Lackner B, Schmidinger G, Skorpik C. Validity and repeatability of anterior chamber depth measurements with Pentacam and Orbscan. *Optom Vis Sci* 2005; 82:858-861.
79. Allouch C, Touzeau O, Borderie V, et al. Orbscan: a new device for iridocorneal angle measurement. *J Fr Ophthalmol* 2002; 25:799-806.

80. Devereux JG, Foster PJ, Baasanhu J, et al. Anterior chamber depth measurement as a screening tool for primary angle-closure glaucoma in an East Asian population. Arch Ophthalmol 2000;118:257-263.
81. Doğru M, Özçetin H. Pupilla. Özçetin H. Klinik Göz Hastalıkları İstanbul: Nobel 2003:341-350.
82. Hayashi K, Hayashi H. Pupil size before and after phacoemulsification in nondiabetic and diabetic patients. J Cataract Refract Surg 2004; 30:2543-2550.