TC SAĞLIK BAKANLIĞI

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

PROF. DR. N. REŞAT BELGER BEYOĞLU GÖZ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

BAŞHEKİM: PROF. DR. AHMET DEMİROK

TRABEKÜLEKTOMİ SONRASI ÖN SEGMENT BİYOMETRİK PARAMETRELERİNİN VE CERRAHİ ALANIN ULTRASON BİYOMİKROSKOPİ (UBM) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

DR. CEM KESİM

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI: OP. DR. NEŞE ALAGÖZ

İSTANBUL 2017

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, başhekim hocalarım Prof. Dr. Ahmet DEMİROK ve Prof. Dr. Muhittin TAŞKAPILI'ya,

Tezimin konusu olan hastaların takip ve tedavilerini gerçekleştiren, tezimin yazılmasını mümkün kılan Glokom Birimi uzmanlarıma,

Klinik, akademik çalışma ve insani açıdan zarafetiyle eğitimime benzersiz katkılar sağlayan, eğitim sorumlumuz Doç. Dr. Ayşe Çiğdem ALTAN'a,

Bilimsel araştırmanın birçok inceliğini öğrendiğim, doğru bilgiye özenli çalışmayla ulaşılacağını gösteren tez danışmanım Op. Dr. Neşe ALAGÖZ'e,

Planlama, veri toplama ve yazım sırasında yaptığı öneri ve değerlendirmelerle tezimin kapsamı ve sonuçları üzerinde önemli katkılar sağlayan Doç. Dr. Banu ŞATANA'ya,

Glokom kliniğinde yapmış olduğu çalışmaların yanı sıra, ön segment cerrahisinden değerli bilgiler edindiğim Op. Dr. Berna BAŞARIR'a,

Hasta dosyalarının çıkarılması ve korunmasında yardımlarını esirgemeyen glokom birimi sekreterlerimiz Neşe CEYLAN ve Aysel ORMAN'a,

Ultrason biyomikroskopi cihazının bakım ve onarımına gösterdiği emekler için teknisyenimiz Nihat KAPKAÇ'a,

Eğitimime katkı sağlayan tüm hocalarım ve uzmanlarıma,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte asistanlık yapma şansını yakaladığım, sağlam dostluklar kurduğum meslektaşlarıma,

Daima yanımda olan aileme teşekkür ederim.

KISALTMALAR

GİB:	Göz İçi Basıncı
RSLT:	Retina Sinir Lifi Tabakası
PAAG:	Primer Açık Açılı Glokom
PEG:	Psödoeksfolyatif Glokom
MMC:	Mitomisin C
UBM:	Ultrason Biyomikroskopisi
ACD:	Ön Kamara Derinliği (Anterior Chamber Depth)
AOD500:	Açı Açılış Mesafesi - 500µm (Angle Opening Distance - 500µm)
ACA:	Ön Kamara Açısı (Anterior Chamber Angle)
ARA:	Açı Reses Alanı (Angle Recess Area)
TCPD:	Trabekülum-Siliyer Cisim Mesafesi (Trabeculum-Siliary Process Distance)
ICPD:	İris-Siliyer Cisim Mesafesi (Iris-Ciliary Process Distance)
ID1:	İris Kalınlığı - 500 µm (Iris Distance - 500 µm)
SCPA:	Sklera-Siliyer Cisim Açısı (Sclera-Ciliary Process Angle)

Yamamoto Sınıflaması

L:	Hipoekojen (Low-reflected)
H:	Hiperekojen (High-reflected)
E:	Enkapsüle (Encapsulated)
F:	Düz (Flattened)

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
GEREÇ VE YÖNTEM	47
BULGULAR	50
TARTIŞMA	60
SONUÇLAR	66
ÖZET	68
KAYNAKÇA	69

GİRİŞ

Glokom terimi ilk kez MÖ. 5 yüzyılda, Antik Yunan dünyasında yaşayan Hippokrates'in yazılarında, etkilenen gözün mavimsi-yeşil renk almasını betimlemek amacıyla "glaucosis" sözcüğünü kullanmasıyla ortaya çıkmıştır.[1] Ancak bu terim o dönemde katarakt dahil olmak üzere körlük nedeni daha büyük bir hastalık grubunu kapsamaktadır. Glokom ile yüksek göz içi basıncı 10. yüzyıl Arap metinlerinde ilişkilendirilmekle beraber[2], glokomun göz bozukluğuna neden olan ayrı bir hastalık olarak ayrıntılı tanımlaması için 19. yüzyıl oftalmoloğu William Mackenzie'nin çalışmalarını beklememiz gerekecektir.[3] Günümüzde glokom, kontrol edilebilir başlıca risk faktörü yüksek göz içi basıncı (GİB) olan, optik sinir başında kendine özgü ilerleyici atrofi ve buna bağlı görme alanı kaybı ile seyreden bir optik nöropati olarak kabul edilmektedir.[4,5]

Normal GİB'e sahip ve yüksek GİB'in kontrol altına alındığı hastalarda glokomun görülebilmesi, GİB yüksekliğinin fizyopatolojide tek risk faktörü olmadığını göstermekle beraber,[6] oküler basınç ve aköz dinamiklerin hastalığın patogenezinde en iyi anlaşılabilir faktör olması, göz içi basıncını glokomun medikal ve cerrahi tedavisinin ana hedefi haline getirmektedir.[7,8]

Trabekülektomi, glokomun cerrahi tedavisinde uygulanan birincil yöntemdir. Trabekülektomi cerrahisi, aköz hümörün ön kamaradan subtenon boşluğa geçmesini sağlayacak bir fistül oluşturulması yoluyla GİB düşüşü sağlamaktadır.[9] Trabekülektomi cerrahisi sonrası göz içi basıncında hedef değerlere ulaşılmakla beraber, cerrahinin başarısı klinik seyre göre farklılıklar göstermektedir. Diğer cerrahilerden farklı olarak, trabekülektomide cerrahi sonrası yara iyileşmesinin kısmi olması hedeflenmektedir. Yara yerinin total iyileşmesi ise cerrahi başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Trabekülektomi sonrası bleb yetmezliği birçok sebebe bağlı gelişebilse de en sık olarak konjonktiva ve episklerada gelişen fibrotik değişiklikler nedeniyle olmaktadır. Bunun dışında cerrahi sonrası hipotoni, bleb enkapsülasyonu, konjonktival sızıntı, blebit, endoftalmi vb komplikasyonlar gelişebilmektedir ve tüm bunlar sonuç cerrahi başarıyı etkilemektedir.[10-13]

Son yıllarda optik koherans tomografi (OKT) ve ultrason teknikleri kullanılarak geliştirilen görüntüleme yöntemleri sayesinde ön segmente ait kornea,

açı elemanları, iris, siliyer cisim ve lens yapıları ile ilgili ayrıntılı bilgiler elde edilebilmektedir. Ultrason tekniğinin ön segment için geliştirilmiş özel bir modülü olan ultrason biyomikroskopi (UBM) ile iris diyaframının anteriorunda kalan yapıların yanı sıra, posteriorunda kalan siliyer cisim, suprasiliyer alan, lens zonülleri gibi anatomik yapıların da başarıyla görüntülenmesi sağlanmaktadır.[14] Bu nedenle UBM, glokom etyopatogenezinin aydınlatılması ile medikal ve cerrahi tedavi izleminde her geçen gün daha çok başvurulan bir görüntüleme yöntemi haline gelmektedir.[15] Çalışmamızın amacı, trabekülektomi cerrahisi uygulanan gözlerde UBM ile ön segmente ait preoperatif ve postoperatif biyometrik bulguları incelemek, cerrahi sırasında oluşturulan fistülün morfolojisini değerlendirmek ve bu bulguların klinik seyirle ilişkisini incelemektir.

GENEL BİLGİLER

1. ÖN SEGMENT ANATOMİSİ

Göz küresinin vitre önünde kalan 1/3'lük kısmı ön segment olarak adlandırılır. Önden arkaya doğru kornea, iris, lens ve siliyer cisimden oluşan ön segment, ön kamara ve arka kamara olmak üzere iki kompartmana ayrılır.

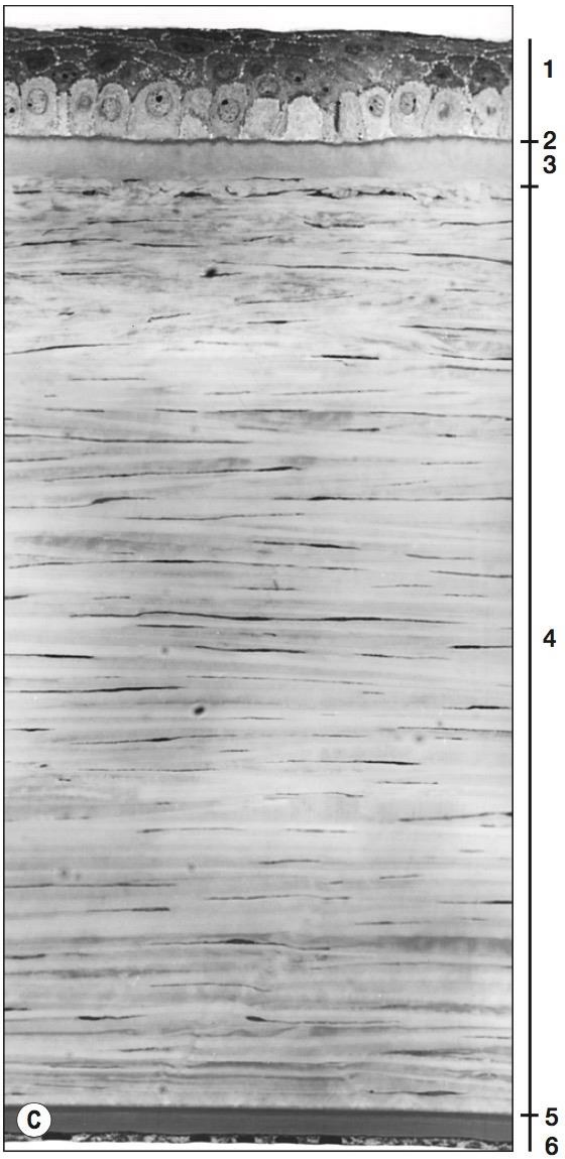
Ön kamara, kornea ile iris arasında kalan boşluğa verilen isim olup aköz sıvısı ile doludur. Kornea arka yüzeyi ile lens ön yüzeyi arasındaki mesafe ön kamara derinliği olarak adlandırılır ve ortalama 3 mm ölçülür. Ön kamara boşluğunun hacmi yaklaşık 200 µl'dir. İris posterior yüzeyi ile lens, zonüller ve vitre yüzü arasında kalan arka kamara boşluğunun hacmi ise yaklaşık 60 µl'dir.[16]

İlerleyen kısımda kornea, limbus, sklera, siliyer cisim, iris, ön kamara açısı ve lens anatomisine değinilecektir.

1.1. KORNEA

Sklera ile birlikte gözün en dış katmanını oluşturan, saydam, avasküler yapıdır. Ön yüzeyi, sklera ile arasında geçiş zonu oluşturan vasküler bir yapı olan limbus ile çevrilidir. Sklera superior ve inferior kadranlardan kornea ön yüzüne ilerlemiş olduğundan ön yüz transvers ovaldir, bunun sonucunda erişkinde ön yüz horizontal çapı 11-12 mm, vertikal çapı 9-11 mm'dir. Kornea arka yüzü ise sirkülerdir. Kornea santral kalınlığı 0,50 mm olup periferde 0,70 mm'ye ulaşır. Kornea eğriliği merkezde periferde olduğundan daha diktir.[17]

Kornea kırıcılığını belirleyen, ışığın 3 arayüzden geçerken maruz kaldığı kırıcılık indeks farklılıklarıdır: Hava-gözyaşı tabakası arasında +44 D, gözyaşı-kornea ön yüzeyi arası +5 D, kornea arka yüzeyi-aköz sıvısı arası -6 D, toplamda +43 D kırıcılık sağlayarak, gözün toplam +58,5 D kırıcılık gücünün 2/3'ünü oluşturur.[17,18] Kornea histolojik olarak beş tabakadan oluşur: Epitel, Bowman tabakası, stroma, Descemet membranı ve endotel.[17]



Resim 1: Kornea histolojisi
(1) Kornea epiteli
(2) Bazal membran
(3) Bowman tabakası
(4) Stroma
(5) Descemet membranı
(6) Endotel

1.1.1. Epitel: Kornea epiteli 5-6 tabaka skuamöz hücreden oluşur. Yaklaşık 50 μm kalınlığındadır ve toplam kornea kalınlığının yaklaşık %10'unu oluşturur. Dış yüzeyi dışta lipid, ortada aköz ve içte müsin tabakadan oluşan gözyaşı filmi ile örtülüdür. Epitel ve gözyaşı filmi birlikte düzgün bir optik yüzey sağlamanın yanında kornea üzerinde etkili bir bariyer oluşturur.

Epitel bazal hücreleri apikale doğru kanat hücreler ve yüzeyel hücrelere doğru farklılaşır. Apoptozis ve deskuamasyonu takiben toplam 7-14 günlük bir döngü içinde gözyaşı filmine karışır. Sadece bazal hücreler mitotik aktiviteye sahiptir. Limbusta yer alan bazal kök hücreleri epitel yenilenmesinden sorumludur. Bazal hücreler ayrıca Bowman tabakası komşuluğunda ağırlıklı olarak tip IV kollajen içeren bazal membran üretimini sağlarlar.[17-19]

1.1.2. Bowman Tabakası: Kornea epiteli ve stroması arasında bulunan aselüler yapıdır. Kalınlığı 12 μm olan Bowman tabakası stroma yerleşimli keratositler tarafından sentezlenir. Yapısını oluşturan tip I ve tip III kollajen lifler stroma ile devamlılık gösterdiği için Bowman tabakasını anterior stromadan net ayrımı yapılamamaktadır. Aselüler olması nedeniyle hasara uğradığında rejenere olamaz.[17-19]

Kornea duyusundan sorumlu olan, trigeminal sinirin oftalmik dalından köken alan lifler stromadan Bowman tabakasına ulaşınca iki yol izlerler. Aδ lifleri Bowman

tabakasına paralel seyrederken C lifleri Bowman tabakasını delip yüzeyel epitel hücreleri arasında sonlanırlar.[20]

1.1.3. Stroma: Keratositler, kollajen fibriller ve ekstrasellüler matriksten oluşan stroma, kornea kalınlığının %90'ını oluşturur. Yaklaşık %78 oranında su içerir.[18] Stromanın total hacminin %2-3'ünü oluşturan keratositler stroma içerisinde hücresel bir ağ oluştururlar. Kollajen ve proteoglikan sentezinden sorumludurlar. Stromanın kollajen lifleri ağırlıklı olarak tip I kollajen yapıdadır, tip III, V ve VI kollajen fibriller de içerirler. Yüksek derecede üniform dizilimde olmaları ve çapları ile (22,5-35 nm) aralarındaki mesafenin (41,4 ± 0.5 nm) toplamının görünür ışık dalgaboyunun yarısından az olması (400-700 nm), kornea saydamlığında belirleyici rol oynar.[17] Stroma yapısında yer alan proteoglikanlar ağırlıklı olarak keratan sülfat, kondroitin sülfat ve dermatan sülfat içerirler ve korneanın hidrasyonunu düzenlemede etkilidirler.

Stromanın anterior kısmı hem daha fazla keratosit içerir, hem de daha sıkı kollajen örgüsüne sahiptir, bu nedenle anterior stroma kornea eğriliğinin korunması ve hidrasyona dirençte en önemli yapı haline gelir. Kornea saydamlığını korumak için ayrıca önemi olan hidrasyon düzenlenmesi, endotelin pompa fonksiyonu, epitel bariyeri, şişme basıncı ve intraoküler basınç arasındaki denge ile sağlanır.[17-19]

1.1.4. Descemet Zarı: Stroma ile endotel arasında yer alan, endotel hücrelerinin bazal membranı olarak kabul edilen yapıdır. Doğumda 3µm olan kalınlığı erişkinde 10 µm'ye ulaşır. İki katlı bir yapısı vardır. Anteriordaki bantlı yapı intrauterin dönemde mevcutken posteriordaki bantsız yapı doğum sonrasında erişkin döneme kadar endotel tarafından salgılanır. Tip IV ve VIII kollajenden oluşur. Periferde trabekulum önünde Schwalbe hattı ile birleşir. Descemet zarının rüptürü aköz sıvının stroma içine yayılmasına, bunun sonucunda kornea ödemi gelişmesine yol açar.[17-19] Son yıllarda, Descemet zarı önünde yaklaşık 10 µm kalınlığında yeni bir tabaka (Dua tabakası) tarif edilmektedir.[21]

1.1.5. Endotel: Descemet zarının posterior yüzeyini mozaik paterninde saran, tek sıralı endotel hücrelerinden oluşan tabakadır. Kalınlığı 5 µm, genişliği 20 µm olan endotel hücreleri poligonal (%75'i altıgen) yapıdadır.

Endotel hücreleri birbirlerine zonula occludentes ve gap junction'larla bağlıdırlar, bu şekilde bariyer fonsiyonu ve hücreler arası iletişim sağlanır.

Bazolateral membranlarında yer alan Na^+-K^+-ATPaz pompaları ve sitoplazmalarında yer alan karbonik anhidraz enzimi aktivitesi ile stromadan ön kamaraya sıvı akışı sağlanarak %78'lik sıvı dengesi korunmuş olur.

Genç erişkinlerde 3500 hc/mm^2 yoğunluğa sahip olan endotel, geç dekatlarda 2600 hc/mm^2 seviyelerine geriler ve altıgen hücre oranı %75'ten %60'a doğru azalır. Endotelin rejenerasyon yeteneği yoktur, hücre kaybı olduğunda mevcut hücreler genişleyerek boş alanları kaplarlar. Hücre yoğunluğu 500 hc/mm^2'nin altına geldiğinde endotel transport mekanizması yetersiz kalır ve kronik kornea ödemi gelişir.[17-19]

1.2. LİMBUS

Korneadan skleraya geçiş zonu olarak tanımlanır. Limbal kök hücreleri barındıran Vogt palisadının yanı sıra,[22,23] Langerhans hücrelerini içeren, kornea epitel rejenerasyonu ve immün sistemde etkili rol oynayan vaskülarize bir dokudur.[19]

Limbusun sınırları histologlar, patologlar ve cerrahlar tarafından farklı şekilde tanımlanmıştır. Anatomik açıdan limbus, Bowman tabakası sınırından başlayıp, saydam kornea ile opak sklera arasında kama şeklinde ilerleyerek Descemet zarı sınırında (Schwalbe hattı) sonlanan bir hattır. Patolojik limbus, önde Bowman tabakası sınırı ve Schwalbe hattını birleştiren kesitle, arkada skleral mahmuzdan Bowman sınırına 1,5 mm mesafede sklera yüzeyine ulaşan kesit arasıdır. Cerrahi limbus ise iki zona ayrılır: Anterior mavi-gri zon Bowman sınırından Schwalbe hattına uzanır, posterior beyaz zon ise Schwalbe hattından trabekülü de kapsayarak iris kökünde sonlanır.[16]

1.3. KONJUNKTİVA

Konjunktiva, sklera ile göz kapaklarını örten bir zardır. Anatomik olarak palpebral, fornikseal ve bulber olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Kapakta tarslara sıkıca yapışık olan konjunktiva, forniks ve glob üzerinde nispeten gevşektir. Tenon kapsülüyle birleştiği limbusta tekrar sıkıca tutunur. Bulber konjunktiva ön siliyer

arterden, palpebral konjunktiva palpebral arterlerle beslenir. İnnervasyonunu trigeminal sinirin oftalmik dalı sağlar.

Konjunktiva epiteli 2-5 sıra nonkeratinize skuamöz hücreden oluşur. Gözyaşının müsin tabakasını salgılayan Goblet hücreleri de bu kısımdadır. Altında lenfatik damarlar, plazma hücreleri, makrofajlar ve mast hücreleri bulunan zengin vaskülarize bağ dokusu (substantia propria) yer alır. Bu tabaka aynı zamanda Krause ve Wolfring aksesuar lakrimal bezlerini içerir. Epitel ve stroma içerisinde bulunan konjunktiva ile ilişkili lenfoid doku (conjunctiva-associated lymhoid tissue, CALT), T ve B lenfositleri içerir ve oküler immün sistem cevabından sorumludur.[24,25]

1.4. TENON KAPSÜLÜ

Optik sinir kılıfından başlayıp limbusta konjunktiva ile birleşerek sonlanan Tenon kapsülü, göz küresini saran ince fibröz bir dokudur. En kalın olduğu kısım ekvatordadır. Ekstraoküler kaslar insersiyon yerlerinin yaklaşık 10 mm gerisinden bu kapsülü delerek globa ulaşırlar. Tenon kapsülü konjunktiva ile subkonjunktival, episklera ile subtenon boşlukları oluşturur.[24]

1.5. EPİSKLERA VE SKLERA

Göz küresinin 4/5'ini dıştan saran fibröz dokudur. Önde kornea, arkada optik sinir ile devam eder. Emetrop gözde ortalama çapı 24 mm'dir. En ince olduğu yerde (rektus insersiyon yerlerinin arkası) 0,3 mm, en kalın olduğu yerde (optik sinir çevresi) 1 mm, ekvatorda 0,4-0,5 mm kalınlıktadır.

Skleranın anterior kenarının dış ve iç kısmında olmak üzere 2 adet sulkus bulunmaktadır. Dış sulkusa korneal kollajen lifleri ulaşırken, iç sulkusa trabeküler ağ ile Schlemm kanalı yerleşir. Skleral sulkusun posterior kenarında skleral mahmuz denen çıkıntı bulunur. Siliyer kasın longitudinal lifleri buraya yapışarak kasıldıklarında trabekülün açılmasını sağlarlar. Anterior ve posterior siliyer arterler ile uzun ve kısa siliyer sinirler, üzerindeki kanallar aracılığıyla sklerayı penetre ederler.

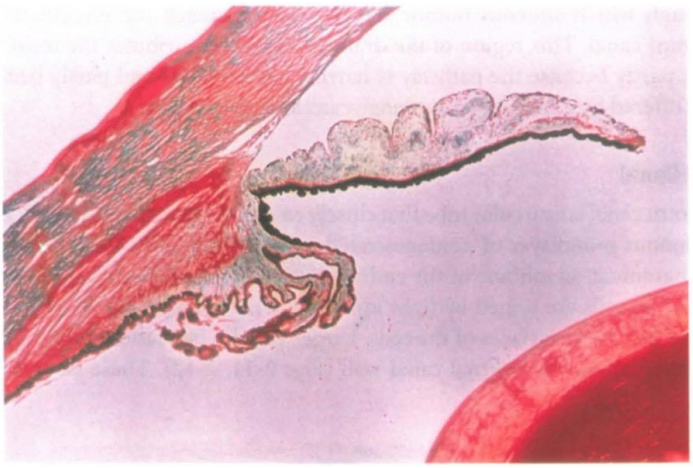
Kollajen liflerinin kalınlığına göre anterior ve posterior katlara ayrılır. Ekstraoküler kaslar skleranın anterior kısmına insersiyon yaparlar. Posterior kısmı suprakoroidal tabakayla birleşir. Kollajen liflerinin farklı çaplarda ve düzensiz dizilimli oluşu sklerayı opak yapan en önemli etmenlerdir.

Episklera, skleranın anteriorunda yoğun halde bulunan, vasküler bir bağ dokudur. Tenon kapsülüne gevşek şekilde bağlıdır.[17,24]

1.6. SİLİYER CİSİM

Siliyer cisim, üçgene benzeyen bir kesiti olan, ön ve arka segment arasında köprü görevi gören bir yapıdır. Tepesi ora serrataya, tabanı iris kökü ve iridokorneal açıya uzanır. Longitudinal kas lifleri ile skleral mahmuza tutunan siliyer cisim iris kökünü ve zonüller aracılığıyla lensi taşır. Pars plana ve pars plicata olmak üzere iki anatomik kısımdan oluşur. Pars plicata 2 mm kalınlığında, yaklaşık 70-80 siliyer çıkıntıdan (siliyer proses) oluşan damarlı bir dokudur. Pars plana ise pars plicata'nın posteriorunda yer alan düz, damarsız bir dokudur. Ön-arka uzunluğu nazalde 4,6-5,2 mm, temporalde 5,6-6,3 mm'dir, uzunluğunun %75'i pars plana'ya aittir.

Siliyer cismin başlıca iki görevi aköz sıvı salgısı ile akomodasyondur. Aköz sıvının atılımında da rol oynamaktadır.

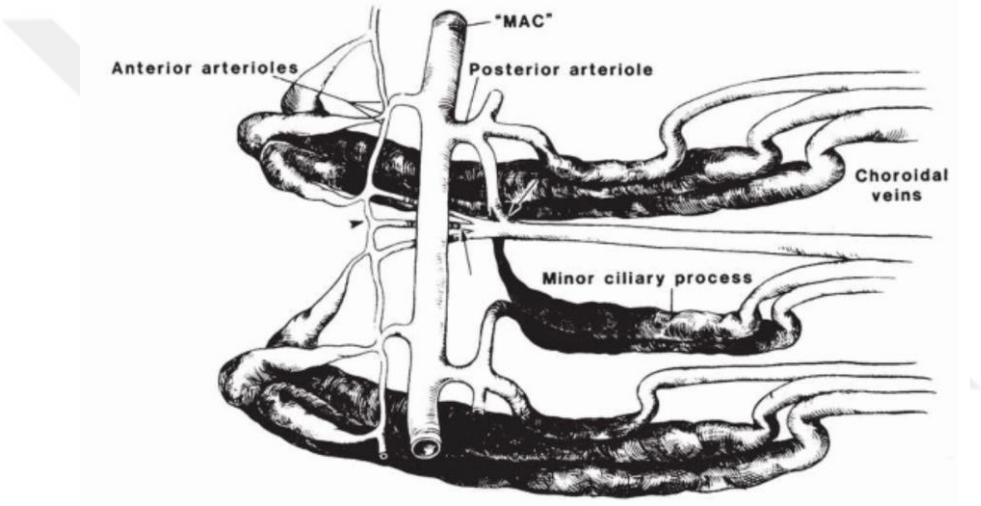


Resim 2: Ön kamara açısı, iris, siliyer cisim ve periferik lens. Siliyer cismin üçgen şekli görülmektedir. Kırmızı siliyer kas fibrilleri skleral mahmuza uzanmaktadır. Lens örnekleme artifaktı nedeniyle posteriora deplase görünmektedir.

Histolojik olarak siliyer cisim kasları, damarlar, epitel ve otonom sinir uçlarından oluşur. Siliyer cisim kasları longitudinal, sirküler ve radyal liflerden

oluşur. Longitudinal lifler skleral mahmuzdan suprakoroidal laminaya uzanırlar. Bu lifler ile sklera arasında potansiyel bir boşluk olan suprasiliyer aralık oluşur. Longitudinal liflerin kasılmasıyla trabeküler ağın konfigürasyonu değişerek aköz sıvının boşalması kolaylaşır. Sirküler lifler limbusa paralel olacak şekilde siliyer cismin anterior iç kısımında seyreder. Radyal lifler bu iki grup arasında ilerler.

Siliyer cismin damarlanması anterior ve uzun posterior siliyer arterlerle sağlanır. Bu iki arter iris kökü yakınında birleşerek majör arteryel halkayı oluştururlar. İris ve siliyer proseslerin başlıca damar desteği bu halka sisteminden gelir. Majör arteryel halka her siliyer prosese anterior ve posterior siliyer arteriol dallarını verir.



Resim 3: Siliyer proses kanlanmasının şematik görünümü. MAC: Majör arteryel halka (circle)

Siliyer proses stroması çift tabaka siliyer epitelle kaplıdır. Nonpigmente epitel nörosensoryel retinanın, pigmente epitel ise retina pigment epitelinin analoğudur. İki epitel tabakasının apikal yüzeyleri birbirine dönüktür, nonpigmente epitelin basal yüzeyi arka kamaraya bakar. Pigmente ve nonpigmente epitel arasında yoğun parmaksı yapılar, sıkı bağlantılar ve gap junction'lar bulunur, nonpigmente epitel hücreler arasındaki zonula occludentes'ler ise kan-aköz bariyerini oluştururlar. Aköz salgı üretimi siliyer cisim epiteli tarafından yapılır.[24-26]

1.7. İRİS

İris uveal dokunun en önünde yer alan kısımdır ve bağ doku, kan damarları, iris kasları, pigment hücreleri ve melanositlerden oluşur. İris hareketleri pupil çapını

değiştirerek göze giren ışık miktarını ayarlar. Ayrıca ön segmenti ön kamara ve arka kamara olmak üzere ikiye ayıran bir diyafram işlevi görür.

İris kökü, siliyer cisim tabanının yaklaşık olarak 1/3'lük orta kısmına yapışır. Pupil kenarından yaklaşık 1,5 mm mesafede yer alan kolaret hattı irisi siliyer ve pupiller bölgelere ayırır. Siliyer cismin içinde yer alan majör arteryel halkaya ek olarak, kolaret kısmında minör arteryel halka bulunmaktadır. Histolojik olarak anteriorda mezoderm kökenli stroma ile posteriorda ektoderm kökenli pigment epitelinden oluşur. Stroma, melanositler, nonpigmente hücreler, kollajen lifler ve ekstraselüler maddeden oluşur. İrise rengini veren stromal melanositlerin yoğunluğudur.

İris posteriorunda bulunan pigment epitel tabakası ön ve arka olmak üzere iki tabakadır. Siliyer cisim epiteline benzer şekilde hücre apikal yüzeyleri birbirlerine dönüktür. Arka pigmente epitel pupil kenarında hafif anterior kısma ilerler. İrisin dilatatör ve sfinkter kasları pigment epitel tabakaları ile stroma arasındadır. Sfinkter kası pupil kenarını çevrelerken, dilatatör kas sfinkter kasından iris köküne uzanır.[24]

1.8. ÖN KAMARA AÇISI

Ön kamara açısı, iris ve korneanın aralarında yaptığı açıdır. Aköz sıvı drenajının sağlandığı yapılar ön kamara açısında yer alırlar. Önden arkaya doğru aşağıdaki yapılardan oluşur:

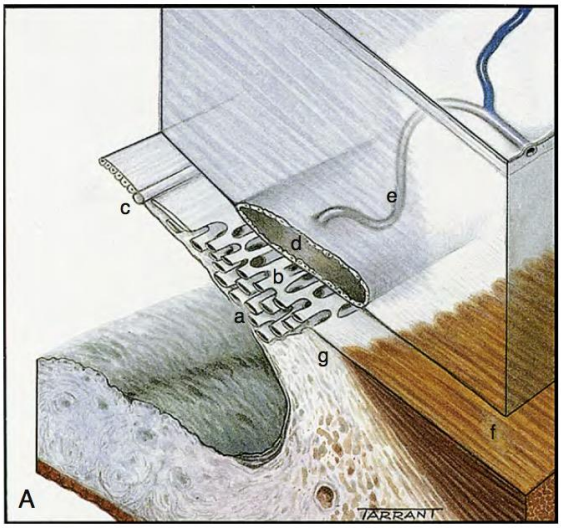
a) Schwalbe hattı

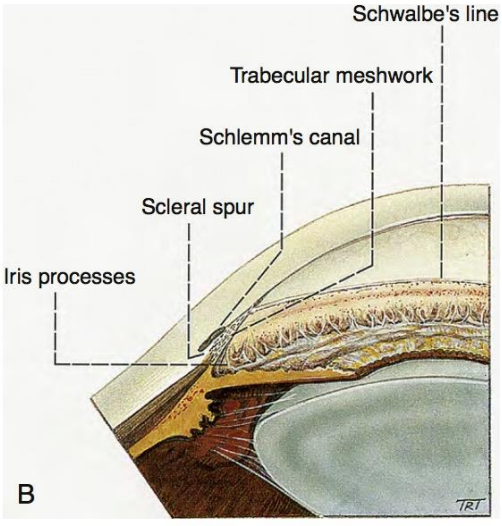
b) Trabeküler ağ ve Schlemm kanalı

c) Skleral mahmuz

d) Siliyer bant

e) İris kökü





Resim 4A: Aköz dışa akım kanallarının şematik gösterimi. a) Uveal ağ b) Korneoskleral ağ c) Schwalbe hattı d) Schlemm kanalı e) Kollektör kanallar f) Siliyer cismin longitudinal kas lifleri g) Skleral mahmuz. **Resim 4B:** Ön kamara açısının şematik gösterimi. Kaynak: Kanski JJ: Clinical ophthalmology: a systematic approach, ed 3, Oxford, UK, 1995, Butterworth-Heinemann.

1.8.1. Schwalbe hattı: Kornea endotelinin trabekül endoteline dönüştüğü, Descemet membranının incelerek sonlandığı ve trabeküler ağın uveal kısmının insersiyon yaptığı hafif kabarık hattır. Trabeküler ağın en apikal kısmıdır.[26, 27]

1.8.2. Skleral mahmuz: Skleral sulkusun posterior kenarındaki çıkıntı olan skleral mahmuz %80 kollajen ve %5 elastik dokudan oluşur.[28] Trabeküler ağ lifleri yanı sıra siliyer kasın longitudinal lifleri de skleral mahmuza insersiyon yaparlar. Miyofibroblast benzeri kontraktil özellikleri olan, mekanoreseptör yapıda skleral mahmuz hücrelerinin varlığı, skleral mahmuzda stres ve zorlanmayı ölçen bir mekanizma olduğunu düşündürmektedir.[16,26]

1.8.3. Trabeküler ağ: Ön kamarayı çepeçevre kuşatan halkasal bir yapıdır. İç skleral sulkusta bulunur, dış kenarında Schlemm kanalı ile komşuluk yapar. Tepesi Schwalbe hattı, tabanı skleral mahmuz ve siliyer cisimden oluşan üçgen bir kesite sahiptir. Bu doku endotel ile sarılı bir bağ doku örgüsünden oluşmaktadır ve üç kısma ayrılır: a) uveal ağ, b) korneoskleral ağ ve c) jukstakanaliküler (kribriform) doku.[16,26]

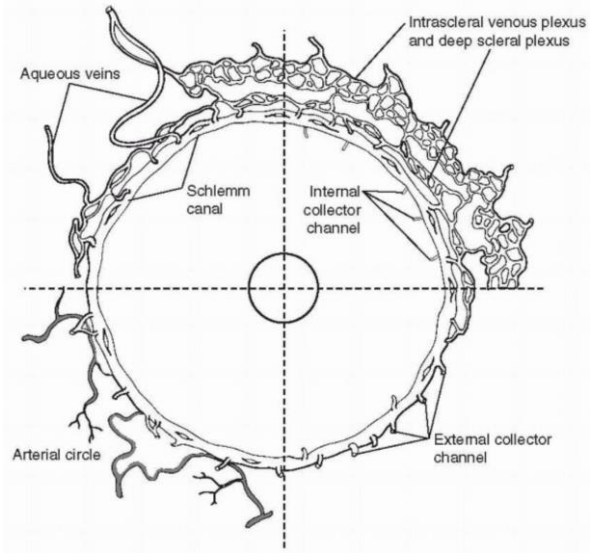
Uveal ağ: Trabeküler ağın en içte kalan kısmıdır. Siliyer cisim ve iris kökünden periferik korneaya uzanan, endotelle sarılı bantlardan oluşur. Örgü içinde 25-75 μm boyutlarında irregüler açıklıklar bulunur.[26,29]

Korneoskleral ağ: Trabeküler ağın ortasında yer alan en geniş kısmıdır. Skleral mahmuzdan, kısmen de longitudinal siliyer kas liflerinden kaynaklanan trabekül yapıları Schwalbe hattı ve iç skleral sulkusun anterior

duvarına uzanmaktadır. Schlemm kanalına yaklaştıkça şeritsi hal alan bu yapılar, yine Schlemm kanalına yaklaştıkça 50 μm'den 5 μm'e kadar daralan yuvarlak ve oval kanallar içerirler. Trabekül endotel hücreleri dezmozom ve gap junction'lar ile birbirlerine bağlıdır. Bu hücreler ayrıca aktin benzeri intermedyer filamentler içermektedir.[26,29]

Jukstakanaliküler doku: Histolojik olarak trabeküler ağın diğer tabakalarından farklı olan bu kısmına kribriform tabaka, por dokusu gibi isimler verilmektedir. İç yüzeyi korneoskleral ağ ile devamlılık gösterirken, merkez bağ doku iskeleti diğer tabakalardan farklı olarak sadece tip III kollajen içerir. Dış yüzeyi aynı zamanda Schlemm kanalının iç endotelidir. Jukstakanaliküler doku, aköz sıvı atılımına en fazla direnç gösteren (toplam direncin %75'i) bölümdür.[16,26,29]

1.8.4. Schlemm kanalı: Trabekül ağını çevreleyen, pleksus benzeri bir sisteme dallanan, ortalama 190-370 mm çapında lenfatik damar benzeri bir kanaldır.[16,26] İç duvar endoteli, her iki yüzündeki porlar sayesinde jukstakanaliküler doku ile kanal içini birbirine bağlayan geniş vakuoller içerir. Dış duvar endoteli myozin hücreleri içeren daha düz bir yapıdır. Schlemm kanalı dış yüzeyinden çıkan yaklaşık 25-30 kollektör kanal, derin skleral pleksus ve intraskleral venöz pleksuslar aracılığıyla aköz drenajı sağlarlar. Yaklaşık 8 adet aköz ven, Schlemm kanalının doğrudan episkleral venlere drenajını yapar.[16,29-33]



Resim 5: Schlemm kanalı ve devamındaki kollektör sistemin anatomisi. Sağ üst ve alt kadranlarda iç ve dış kollektür kanallar, sağ üst kadranda intraskleral venöz pleksus ve derin skleral pleksus, sol üst kadranda aköz venler, sol alt kadranda ise Schlemm kanalı ile komşuluğu bulunan arteryel halka gösterilmiştir.

1.8.5. Siliyer bant: Skleral mahmuz ile iris kökü arasında kalan siliyer cisim kısmıdır. Gonyoskopik muayenede tam açık açılı olgularda koyu kahverengi bir bant şeklinde görülür. Genişliği irisin siliyer cisme insersiyon yerine göre değişkenlik gösterir.

1.8.6. İris kökü: Ön kamara açısının en posteriorunda kalan, irisin siliyer cisme insersiyon yapan kısmıdır. Uveal trabeküler ağ üzerine ince uzantılar gönderebilmektedir.

1.9. LENS

Lens avasküler, saydam, eliptik bir yapıdır ve arka kamarada, irisin arkasında ve vitreusun önünde yer alır. Siliyer cisme zonüler fibriller aracılığıyla çepeçevre asılı bulunan lens, ışığın retina üzerine odaklanmasında dinamik bir rol oynar.

Lens bikonveks bir yüzeye sahip olup, posterior yüzü anterior yüzünden daha dik bir eğriliğe sahiptir. Ön ve arka yüzlerinin orta noktaları ön ve arka kutup olarak adlandırılır. Zonüllerin bağlandığı alan içerisinde kalan ekvator, lens çapının en geniş olduğu yerdir.

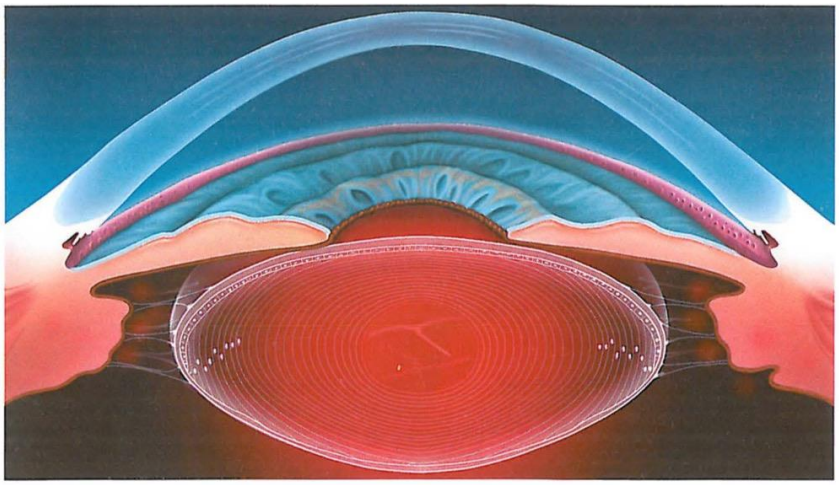
Yaşam boyunca büyümeye devam eden tek yapı olan lensin çapı doğumda 6,5 mm'den erişkin çağda 9 mm'ye, ön-arka uzunluğu doğumda 3,5 mm'den erişkin çağda yaklaşık 5 mm'ye ulaşır. Doğum ağırlığı 65 mg iken 1 yaşında 125 mg olur. Sonrasında yılda 2,8 mg artarak 90 yaşında 260 mg'a ulaşır.

Lens, gözün kırıcılığının 20 D'lik kısmından sorumludur. Lensin kırıcılığını yüzey eğriliği, refraktif indeksi ve lensin büyüklüğü belirler. Doğumda kırıcılık gücü az olan lens, gelişimi boyunca protein içeriğinin artması, ön-arka çapının ve ön yüzey eğriliğinin artması sonucu erişkin kırıcılık değerlerine ulaşır. Senil dekadlara gelindiğinde lensin büyüyerek şişkinleşmesi kırıcılığını bir yönden artırırken, ön yüzey eğrisinin düzleşmesi ve lens proteinlerinin denatürasyonu sonucu diyoptrisi öbür yönden azalarak dengelenir. Katarakt gelişimi, bu dengenin durumuna göre hastada miyopik ya da hipermetropik yönde kayma yaratmaktadır.

Siliyer cismin kasılması sonucu zönüllerin gevşemesi, bunun sonrasında da lensin daha sferik hale gelmesiyle akomodasyon sağlanmaktadır. Akomodatif gücünün en yüksek olduğu dönem, 14 D civarı olduğu 8 yaştır. 28 yaşına gelindiğinde

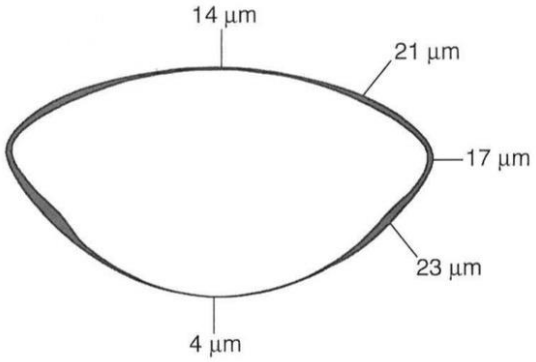
9 D'ye gerileyen akomodasyon, 50 yaşına gelindiğinde sıfırlanmaya başlar. Akomodasyon yeteneğinin azalmasına lens hacminin artması, lens protein yapısının sertleşmesi ve zonüllerde azalma neden olmaktadır.

Lensi besleyen damarlar ve innerve eden sinirler bulunmamaktadır. Beslenmesi ağırlıklı olarak aköz sıvısıyla sağlanır. Histolojik olarak kapsül, lens epiteli, korteks ve nükleustan oluşur.[34-37]



Resim 6: Lensin ön segmentin diğer yapılarıyla birlikte gösterimi. İllüstrasyon: Christine Gralapp.

1.9.1. Kapsül: Lensi çepeçevre saran elastik saydam zarftır. Çoğunlukla tip IV kollajen liflerden oluşur. Kalınlığı değişkenlik göstermektedir. Arka kutup 3,5 µm ile en ince olduğu yerdir. Ön kapsül yaklaşık 11-15 µm kalınlığındadır ve yaşla birlikte bu değer, altındaki lens epitelinin üretimine bağlı olarak sürekli artar. Ekvatorda 17 µm iken en kalın olduğu kısımlar, zonüllerin de insersiyon yaptığı, ekvatorun hemen anterior ve posterior bölümleridir. Vücudun en kalın bazal membranıdır. Zonüllerin insersiyon yaptığı dış katmanlarına aynı zamanda zonüler lamel adı verilir.[34-37]

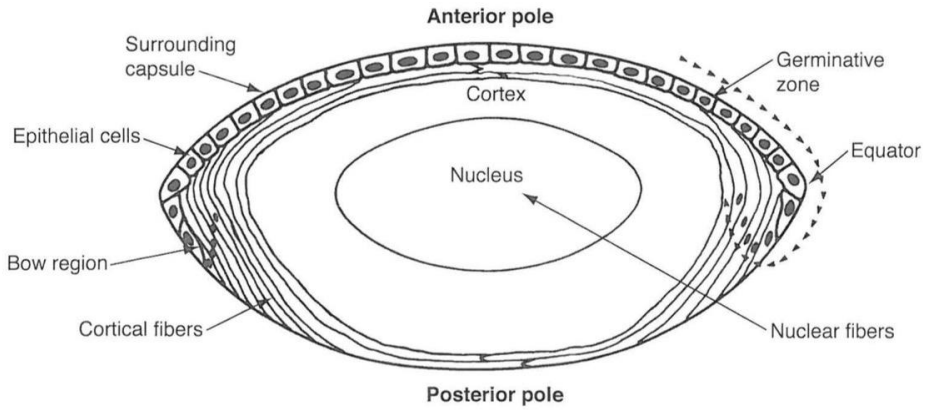


Resim 7: Yetişkin lens kapsülü. Çeşitli bölgelerdeki kalınlıklarıyla verilmiştir. Üst kısım anterior yüzeyi göstermektedir.

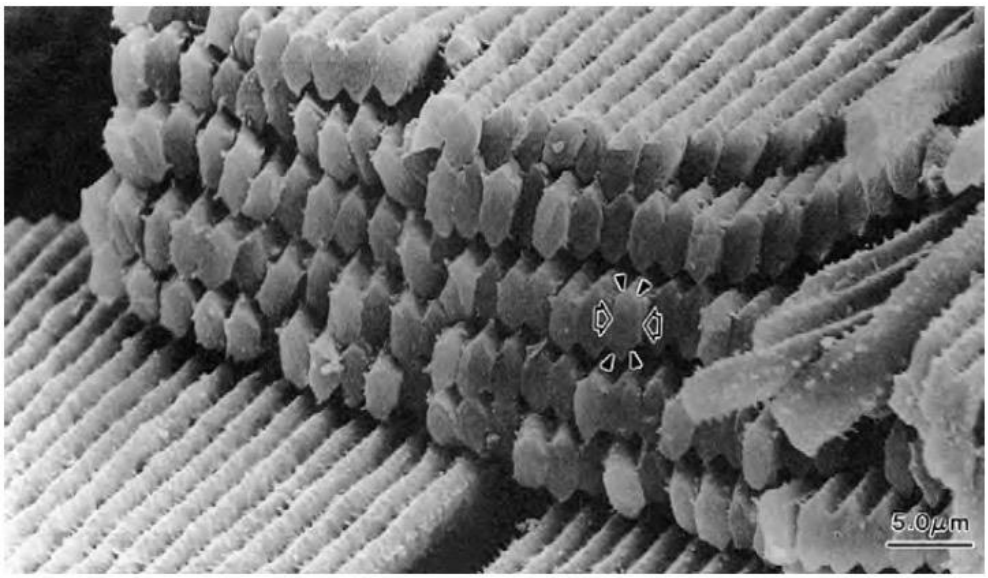
1.9.2. Zonüler bağlar: Aynı zamanda Zinn zonülleri adı verilen, fibrillin ve elastin yapıda, lensin asıcı bağlarıdır. Siliyer cismin pars plana ve pars plicata'sındaki nonpigmenter epitel kökenli fibrillerden oluşur. Lens kapsülüne ekvatorun 1,5 mm önünden ve 1,25 mm arkasından bağlanıp kapsül içine yaklaşık 2 μm derinliğe kadar gömülürler. Yaklaşık 8-10 nm'lik fibrillerin birleşmesi ile 5-30μm'lik zonül bağları meydana gelir.[34-37]

1.9.3. Lens epiteli: Lens kapsülünün anterior ve ekvator kısımlarının arkasındaki tek sıralı küboid epitel tabakasıdır. Embriyolojik dönemde lens vezikülünü oluşturmak üzere invajinasyon yapmış nöroektodermden köken aldığı için hücrelerin bazal kısmı kapsüle, apikal kısmı içe dönüktür. Posterior epitel tabakası embriyonik nükleusu oluşturan ***primer lens fibrillerine*** dönüştükleri için arka kapsülün arkasında epitel tabakası bulunmaz. Anterior lens epiteli, ön kapsülün (bazal membran) ve lens metabolizması için gerekli ATP sentezinin yapıldığı yerdir. Ekvator çevresinde yer alan germinatif zondaki hücreler ise yoğun mitotik aktiviteye sahiptir. Bu zondan bölünerek ekvatora ulaşan epitel hücreleri diferansiyasyona uğrayarak bazal yüzleri arka kutba, apikal yüzleri ön kutba doğru uzamaya başlarlar. Bu esnada hücre sitoplazmasındaki bütün organelleri yitirerek, ***sekonder lens fibrilleri*** halini alarak derindeki nükleus ve korteks üzerinde tabakalar oluşturmaya başlarlar.[34-37]

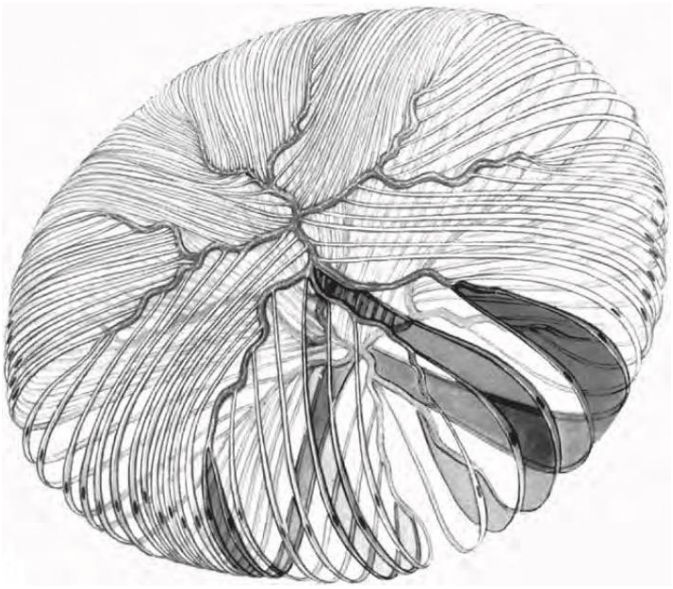
1.9.4. Nükleus ve korteks: Epitel hücrelerinin başkalaştıkları yassı hekzagonal lens fibrillerinden oluşan, lensin ana gövdesidir. Bu fibriller başlıca α, β, ve γ kristallin proteinlerinden oluşur. Histolojik olarak nükleus-korteks ayrımı belirgin olmamakla beraber, Yetişkin lensinin %84'ü nükleus, %16'sının da korteksten oluştuğu kabul edilir. Nükleus, içten dışa doğru embriyonik, fetal, infantil ve yetişkin nükleus tabakalarından oluşur. Embriyonik tabaka primer lens fibrillerinden, diğer tabakalar ise embriyonik çekirdeği saran sekonder lens fibrillerinden oluşur. İnfantil nükleusu oluşturan fibriller ön ve arka kutupta birbirlerine ulaştıklarında parmaksı uzantılar halinde birleşerek ***Y sütürleri*** oluştururlar. Erişkin nükleus ise 20'ye yakın dallanmaya sahip sütürler yapar.[34-37]



Resim 8: Lens kesiti.



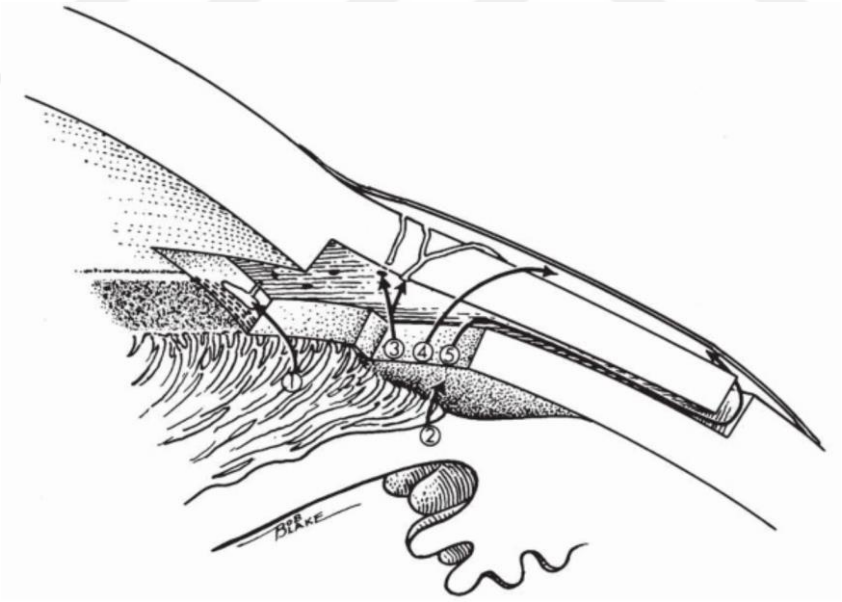
Resim 9: Tarayıcı elektron mikroskopide lens fibrillerinin görünümü.



Resim 10: Erişkin lens fibrillerinin dizilimi. Ön ve arka kutupta oluşan kompleks sütür yapıları görülmektedir.

2. TRABEKÜLEKTOMİ

Primer açık açılı glokomun cerrahi tedavisinde sıklıkla uygulanan bir cerrahi prosedür olan trabekülektomi, ön kamara ile subkonjunktival boşluk arasında kontrollü bir fistül oluşturulması işlemidir. Gelişmiş ameliyat mikroskopları, cerrahi aletler ve sütür materyalleri, orijinal operasyon üzerinde bazı modifikasyonlar geliştirilmesini sağlamıştır. Bu modifikasyonlar skleral flebin büyüklük, şekil ve kalınlığı, konjunktival flebin limbus veya forniks tabanlı oluşu, fikse, alınabilir ya da ayarlanabilir sütürlerin konulması ve yara yeri iyileşmesini geciktirmeye yönelik antimetabolit kullanımını içermektedir. Deneyimli cerrahın elinde %90'lara varan başarılı sonuçlar bildirilse de, ölçüt alınan başarı kriterleri arasında çalışmadan çalışmaya farklılıklar gözlenmektedir.[38]



Resim 11: Trabekülektomi sonrası olası aköz drenaj yolları. 1) Schlemm kanalına doğru (nadiren). 2) Siklodiyaliz (skleral mahmuz posterioru disseke edilmişse). 3) Skleral flep üzerindeki dışa akım kanalları. 4) Skleral flep bağ dokusu üzerinden filtrasyon. 5) Skleral flep kenarlarından filtrasyon. Kaynak: Allingham RR. Shields Textbook of Glaucoma 6th ed. LWW 2011.

2.1. ENDİKASYONLAR

1) İlaç ve lazer gibi diğer tedavilerin başarısız olduğu durumlar.

2) Diğer tedavilerin uygun olmadığı (uyum veya yan etkiler nedeniyle) ya da uygun medikal tedavinin mevcut olmadığı durumlar.

3) Hastalığın klinik olarak anlamlı progresyonunu engelleyecek hedef göz içi basıncına ulaşılmasının topikal tedavi ya da lazer ile olanaksız olduğu durumlar.

4) İlk muayenede diğer tedavi yöntemlerinin başarısız olacağı öngörülen, ileri evre glokom ve yüksek göz içi basıncı (GİB) tespit edilen durumlar.[38]

2.2. CERRAHİ TEKNİK

2.2.1. Traksiyon sütürü konulması

Trabekülektomi cerrahisi genellikle gözün üst kadranında uygulanır, bu nedenle cerrahi alan üzerinde daha rahat işlem yapılabilmesi amacıyla gözü inferiora deviye edecek bir traksiyon sütürü konulması gerekir. Saydam korneadan 6/0, 7/0 veya 8/0 poliglaktin (Vicryl) sütür limbusun 1 mm önünden yarım kat olacak şekilde geçilir ve sütür ipi drape üzerine sabitlenir. Alternatif olarak üst rektus kasına da traksiyon sütürü konulabilir.[39]

2.2.2. Konjunktival flep hazırlanması

Skleral flebi kaldırmadan önce üzerindeki katları açabilmek için Wescott veya Vannas makası ve dişli penset yardımıyla konjunktival flep hazırlığı yapılır. Flep, forniks ya da limbus tabanlı olarak hazırlanabilir. Forniks tabanlı flep hazırlanırken, makas ile limbusa dik insizyon sonrası künt disseksiyon yapılır. Devamında limbus kenarından 4-5 mm'lik (yaklaşık 3-4 saat kadranı) kesi yapılır. Sonrasında sahadaki Tenon kapsülü ve episklera temizlenir. Limbus tabanlı flep için limbusun 8 mm kadar gerisinden, limbusa paralel olacak şekilde 3 saat kadranı kadar kesi yapılır. Kesi yerinin 2 mm önünden Tenon kapsülü açılarak episklera ve Tenon kapsülü disseke edilerek limbusa kadar ilerlenir.[39]

2.2.3. Antimetabolit uygulanması

Trabekülektomi cerrahisi sonrası yara iyileşmesinin mödülasyonu amacıyla skleral flep hazırlığı öncesi antimetabolit uygulaması yapılır. Polivinil alkolden cerrahi sponge'lar kuru hacimleri 2x4 mm olacak şekilde kesilir. Bu sponge'lar 0,2 ile

0,5 mg/ml mitomisin C (MMC) veya 50 mg/ml 5-fluorourasil (5-FU) ile muamele edilir. Arzulanan miktarda sponge, konjunktiva ile sklera arasına yerleştirilerek 1 ile 5 dakika arası ilacın etki etmesi beklenir. Sonrasında sponge'lar cerrahi alandan uzaklaştırılıp 20 ile 40 ml izotonik çözelti ile alan yıkanır.[39]

2.2.4. Skleral flep hazırlanması

Sklera yüzeyi el koteri ya da bipolar koter ile koterize edilip kanama kontrolü sağlandıktan sonra limbus tabanlı flep (dikdörtgen, kare ya da üçgen şeklinde) hazırlama işlemine geçilir. Tek kullanımlık 15 veya 45 derecelik bıçak ile sklera üzerinde yarım kat kesi ile arzulanan şekil ve ölçüde flep sınırları oluşturulur. Sonrasında skleral flebin kenarı kaldırılıp dişli penset ile tutularak 45 derece ya da yarımay (crescent) bıçak yardımı ile skleral flep disseksiyonu yapılır. Skleral mahmuz görüldükten sonra flep disseksiyonu korneaya doğru 1-1,5 mm ilerletilmelidir.[39]

2.2.5. Parasentez

Skleral flep hazırlandıktan sonra, ön kamara oluşturulması ve sızdırma testi yapabilmek amacıyla 27 G iğne, 15 derece bıçak ya da 20 G MVR bıçakla üst temporal kadrandan parasentez girişi yapılır.[39]

2.2.6. İnternal blok eksizyonu (Sklerektomi)

Sklerolimbal bileşkede iris kökü ve siliyer cisim korunarak, açı elemanlarını içeren 2x1 mm boyutlarında blok eksizyonu yapılır. Eksizyon makas ya da Kelly punch yardımıyla yapılabilir.

Keskin bıçakla skleral flebin tabanından limbusa paralel 2 mm'lik tam kat kesi yapılır. Kelly punch insizyon içine sokularak posteriora doğru çevrilip sıkıştırılır. Aynı işlem 2-3 kez tekrarlanarak istenilen açıklık elde edilir. Makasla eksizyon yapılacaksa ilk insizyonun 1 mm gerisinden paralel insizyon yapılıp Vannas makası yardımıyla köşeler birleştirilir.[39]

2.2.7. Periferik iridektomi yapılması

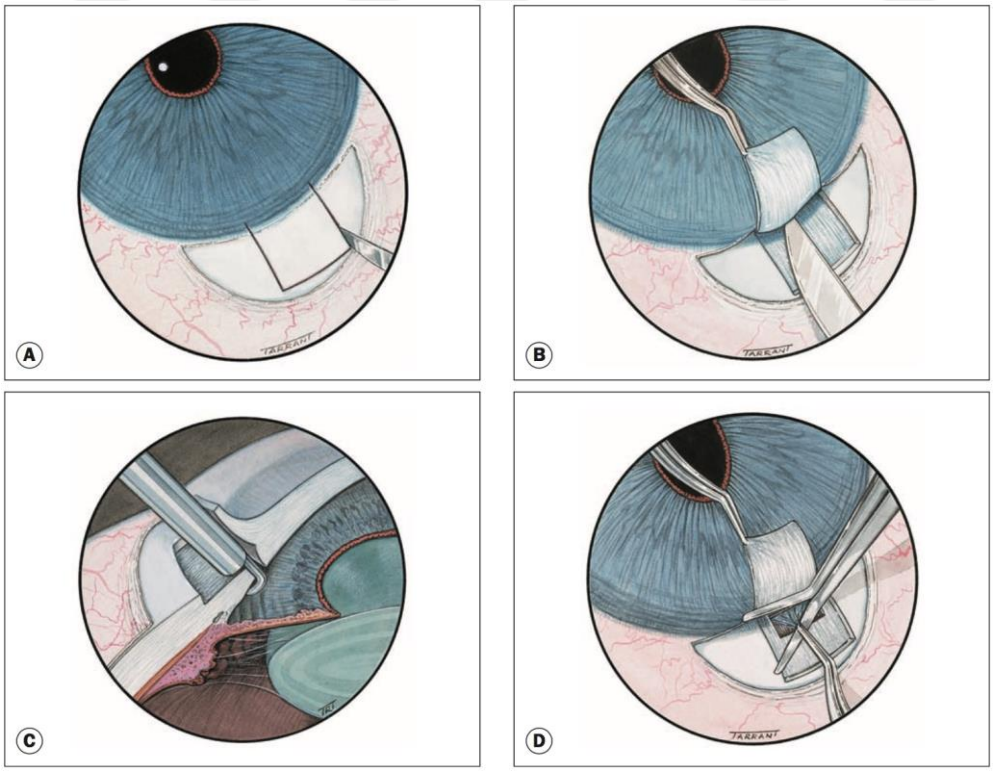
İrisin iç ostiumu tıkamasını önlemek amacıyla yapılır. Sklerektomi sonrası inkarsere olan iris dokusu kolibri forseps yardımıyla tutularak hafifçe geriye ve yukarıya çekilir. Vannas makas ile iris kesilerek iridektomi yapılır. Çıkarılan parça incelenerek pigment epitelini de içerdiğinden emin olunur.[39]

2.2.8. Skleral flebin kapatılması

Skleral flep yatağına yatırıldıktan sonra köşeleri 10/0 naylon sütür ile sütüre edilir. Düğümler sklera içine gömülerek parasentez girişinden ön kamaraya izotonik çözelti verilerek sızdırma kontrolü yapılır. İstenilen sızdırma miktarını elde etmek için gerekli görülürse flep kenarlarına sütür eklenebilir. Cerrahi sonrasında filtrasyonu ayarlamak amacıyla cerrahi sırasında alınabilir sütürler atılabilir ya da fikse edilmiş sütürler postoperatif dönemde lazer sütürolizis yöntemiyle açılabilir.[39]

2.2.9. Konjunktival flebin kapatılması

Forniks tabanlı flepler 8/0 vicryl ya da 10/0 naylon sütür ile köşelerine tek sütürler konularak kapatılır. Gerekli hallerde limbus boyunca kontinü sütürasyon yapılabilir. Limbus tabanlı flepler kesi yeri boyunca tek tek ya da kontinü sütürle kapatılır. Tenon kapsülü ve konjunktivanın ayrı ayrı sütüre edilmesine özen gösterilir. Konjunktiva flebi kapatıldıktan sonra parasentez yerinden izotonik çözelti verilerek sızdırma, konjunktiva flebi üzerinde düğme deliği varlığı kontrol edilir. Topikal %1 atropin veya %1 sikloplejin ile ön kamara derinliği korunmaya çalışılır. Göz antibiyotik ve steroidli pomadla kapatılarak operasyon sonlandırılır.[39]



Resim 12: Trabekülektomi. A) Skleral flep sınırlarının hazırlanması. B) Skleral flebin disseksiyonu. C) İnternal blok eksizyonu (Kelly punch ile). D) Periferik iridektomi. Kaynak: Bowling B. Kanski's Clinical Ophthalmology, A Systematic Approach. 8th ed. Elsevier 2016.

2.3. KOMPLİKASYONLAR

Trabekülektomi komplikasyonları intraoperatif, erken postoperatif ve geç postoperatif olarak 3 evrede inccelenebilir.[40]

2.3.1. İntraoperatif komplikasyonlar

Konjunktival düğme deliği (buttonhole): Konjunktival flep üzerinde delik oluşmasıdır. Cerrahi sırasında konjunktivanın dişli fleple tutulmaması ve başlangıçtaki insizyon haricinde manipülasyon yapılmaması önleyici tedbirlerdir. Oluşması halinde erken dönemde sütüre edilerek kapatılması gereklidir.[40]

Skleral flep yırtığı / disinsersiyonu: İnce hazırlanmış skleral fleplerde yırtık veya dezinseriyon olabilir. Ufak yırtıklar sütüre edilebilirken, geniş yırtık ve disinsersiyonlarda flebin kalın tarafıyla sklerektomi örtülmesi, ya da donör sklera, perikard gibi materyallerle örtme yapılabilir.[40,41]

İntraoperatif kanama: İris kökü, gövdesi veya siliyer cisim kökenli kanama gelişebilir. Alınabilecek tedbir, kanamanın sellüloz sponge ile tampone edilmesidir. Suprakoroidal hemoraji de bir diğer ciddi komplikasyondur. Ani ön kamara sığlaşması ve pupil aralığında koyu renkli, genişleyen kitle görünümü ile karakterizedir. Gözün acilen kapatılması, ön kamaranın hava veya viskoelastikle oluşturulması sonrasında postoperatif dönemde asetazolamid ve mannitol ile göz içi basıncı düşürülmelidir. Suprakoroidal hemoraji insidansını artıran başlıca etmen preoperatif yüksek göz içi basıncı olarak görülmektedir, bu nedenle GİB değeri 30 mmHg üzerinde olan hastaların operasyon öncesi intravenöz mannitol medikasyonu ile hazırlanması hayati önem taşımaktadır.[40,42]

2.3.2. Erken postoperatif komplikasyonlar

Sığ ön kamara: Erken dönemde gelişen sığ ön kamara, göz içi basıncının düşük ya da yüksek olması ile birlikte değerlendirilir. Düşük GİB ile birlikte seyreden sığ ön kamarada, kabarık bleb varlığı aşırı filtrasyon, düz bleb ve Seidel varlığı bleb sızıntısı lehinedir. İridokorneal temas olmayan aşırı filtrasyon durumunda sikloplejik ajan uygulanıp takip edilir. Ön kamarada progresif sığlaşma olursa ön kamaraya viskoelastik materyal verilerek bleb skarlaşması ve ön kamara derinleşmesi sağlanmaya çalışılır.[43] Bleb sızıntılarına bağlı durumlarda yara yerinin sıkı kapama

ya da terapötik kontakt lensle kapaması denenir. Sızıntının devamı halinde fibrin yapıştırıcı ya da sütürasyon düşünülebilir.[40,44]

Sığ ön kamaranın yüksek GİB ile seyrettiği olgularda pupiller blok, suprakoroidal hemoraji ve malign glokom tanısı ön plana çıkmaktadır. Periferik iridektominin açık olmaması nedeniyle gelişen pupiller blok Nd:YAG lazer iridotomi ile açılabilir. Aköz ters yönelimi olarak da tarif edilen malign glokom etyolojisinde vitreusun anteriora gelmesi, bunun sonucunda aköz sıvısının vitre arkasında göllenmesini takiben lens-iris diyaframının anteriora ilerlemesi ve ön kamarada ciddi sığlaşma olduğu üzerinde durulmaktadır.[45] Sikloplejik ve antiglokomatöz ozmotik ajanlar ile yapılan medikal tedaviyle %50 oranında başarı sağlanmaktadır. Nd:YAG lazer ile ön hyaloid açılarak arka kamara rahatlatılabilmektedir. Medikal ve lazer tedavilerine cevap vermeyen olgularda pars plana vitrektomi göz içi basıncında belirgin düşüş sağlar.[40]

Düşük filtrasyon: Ön kamaranın derinliğinin korunduğu, düz blebli, sızıntı olmayan olgularda filtrasyonun düşük olduğu sonucuna varılır. Göz içi basıncı yüksek, normal ya da düşük olabilmektedir. Skleral flepe atılan alınabilir sütürlerin alınması ya da fikse sütürlerin lazer sütürolizis ile açılmasıyla filtrasyon arttırılabilir.[40]

Koroid effüzyonu: Erken dönem hipoton gözlerde ön kamarada sığlaşma ile karakterize bir diğer komplikasyondur. Tedavisinde topikal sikloplejik ajan, topikal kortikosteroid ile gözlem önerilir. Effüzyon alanları temas halinde olursa ("kissing"), posterior sklerotomilerle effüzyon drenajı düşünülmelidir.[40]

2.3.3. Geç postoperatif komplikasyonlar

Geç hipotoni: Antimetabolit kullanımıyla ilişkilendirilen geç hipotoni tedavisinde otolog serum enjeksiyonu, kompresyon sütürü atılması yanı sıra, cerrahi müdahale olarak bleb revizyonu ve flep sütürasyonu alternatifleri değerlendirilir.[40]

Bleb yetersizliği: Geç dönemde zayıf filtrasyon sonucu GİB yüksekliği ile birlikte bleb ile ilgili aşağıdaki durumların görüldüğü durumlardır:

- Vaskülarize olmaksızın düz bleb

- Vaskülarize bleb (episkleral fibrozis nedenli)

- Enkapsüle bleb (Tenon kisti)

Bleb yetersizliğinde yukarıda belirtilen klinik tabloya göre çeşitli tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Oküler kompresyon masajı ile skleral fistülden aköz drenajı provoke edilmesi, postoperatif 7-14 günlük dönemde skleral flep sütürlerinin yukarıda bahsi geçen şekilde manipülasyonu, enkapsüle blebin biyomikroskopi ya da ameliyathane şartlarında iğnelenmesi bu yöntemler arasındadır.[46,47]

Geç bleb sızıntısı: Antimetabolit kullanımı geç dönemde bleb sızıntısına da neden olabilmektedir. Özellikle mitomisin C kullanımı sonrası gelişen yüzey epiteli nekrozu aköz sıvısının oküler yüzeye sızmasına neden olmaktadır. Başlangıç tedavisinde sıkı kapama, bandaj kontakt lens tedbirleri alınırken, dirençli olgularda bleb içine otolog serum enjeksiyonu, kompresyon sütürü konulması, serbest konjunktival flep ilerletilmesi, skleral yama konulması yöntemleri uygulanır.[46]

Blebit ve endoftalmi: Trabekülektomi cerrahilerinde yıllık %1 insidansında karşılaşılan blebitte en önemli predispozan faktör, antimetabolit kullanımına bağlı kistik çok ince duvarlı bleb oluşumu olarak kabul edilmektedir. Etyolojide *H. influenzae*, streptokok ve stafilokok suşları yer alır. Klinikte konjunktival injeksiyonla çevrili, beyaz inflamatuar materyal içeren bleb görünümü tipiktir. Saat başı uygulanan topikal antibiyotik tedavisi ile enfeksiyon kontrol altına alınabilir. Ofloksasin, sefuroksim ve vankomisin (50 mg/ml) topikal kullanımı önerilen tedavidir. Endoftalmi geliştiğinde tabloya hipopiyon ve vitrit eklenmektedir. Bu durumda intravitreal kültür alınması, intravitreal antibiyoterapi ve gerekli hallerde vitrektomi uygulanmalıdır.[40,46]

3. ULTRASONOGRAFİ

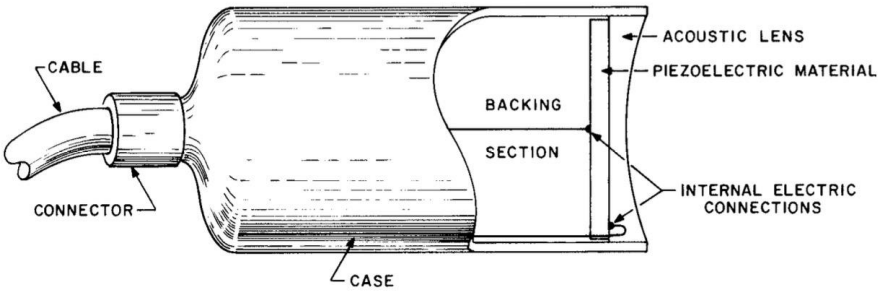
Oftalmolojide ilk kez 1956 yılında kullanıma giren ultrason görüntülemesi[48], incelenecek alana gönderilen ultrason dalgalarının akustik özellikleri birbirinden farklı dokulardan geçerken ortaya çıkan yansıma dalgalarının elde edilip yorumlanması prensibine dayanır. Noninvazif, oküler dokuya zararsız bir işlem olması ve ortam opasitesinden etkilenmemesi nedeniyle oftalmolojik tanı ve takip için oldukça etkili bir yöntem olmaya devam etmektedir.

Ultrason dalgaları ile elde edilen görüntünün çözünürlüğü ve derinliği, kullanılan dalganın frekansıyla ilişkilidir. Oftalmolojide kullanılan cihazlar 10 MHz ile 80-100 MHz'lik frekanslarla görüntü alırlar. 10 MHz ultrason cihazları yaklaşık 150 μm dalga boyu ile tüm göz küresi ve retroorbital dokuyu içine alan bir görüntü derinliği elde ederken, 35 ve 80 MHz arası frekanslar kullanılan ultrason biyomikroskopi (UBM) cihazları, 5 ila 8 mm'lik bir derinlikte yüksek çözünürlüklü ön kamara görüntülemesi sağlarlar.[49,50]

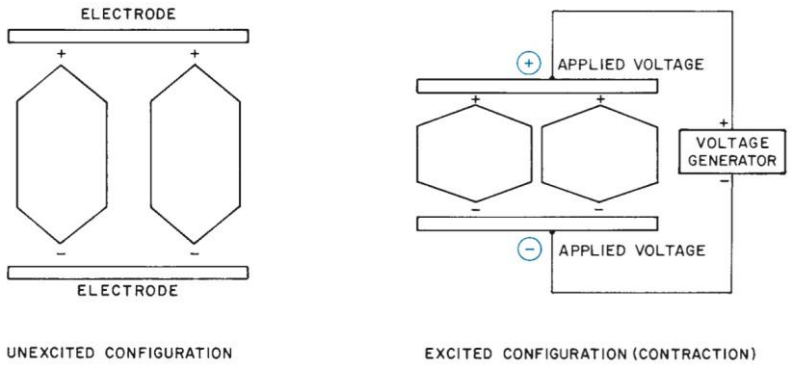
3.1. TEMEL BİLGİLER

Ultrason, ortamdaki moleküllerin sıkışma ve genişleme hareketlerinin yayılmasından oluşan akustik bir dalga türüdür. Tanımı gereği, ultrason dalgaları 20kHz işitilebilir ses dalgalarından daha yüksek frekansla yayılır. Elektromanyetik bir dalga türü olan ışıktan farklı olarak bir basınç dalgası olan ultrason, dalga fiziğinin açıkladığı yönlenme, odaklanma, yansıma, saçılma, kırılma (refraksiyon) ve kırınım (difraksiyon) gibi tüm hareket kurallarına uygun hareket eder.

Ultrason dalgalarının üretilmesini ve yansıyan dalgaların elektrik enerjisine dönüştürülmesini piezoelektrik transdüser adı verilen parça sağlamaktadır. Bir transdüser ünitesinin içinde ince disk halinde piezoelektrik materyali, destek kısmı ve üretilen ultrason dalgasını odaklamaya yarayan akustik lens yüzeyi bulunur. Piezoelektrik materyal düzenli kristal yapısında bulunur. Dış yüzeylerine yerleştirilmiş elektrotlar aracılığıyla elektrik voltajına maruz kaldıklarında moleküler konfigürasyonlarında gerilme ve sıkışmalar gelişir ve bu titreşimler ultrasonik basınç dalgaları yayarlar. Aynı sistem ters yönde ultrason dalgaları tarafından uyarıldığında bu sefer kristal hareketleri elektrotlarda elektrik voltaj çıktısı üretirler. Bu elektrik voltajı, zaman fonksiyonu üzerinden kaydedilir.[49]

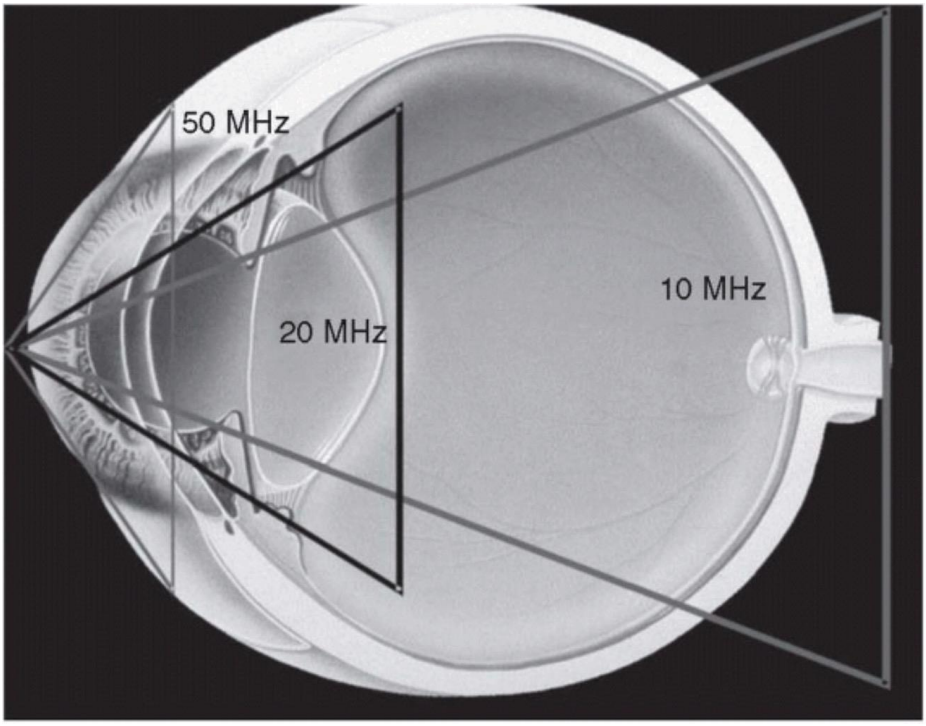


Resim 13: Transdüser kesiti.[49]



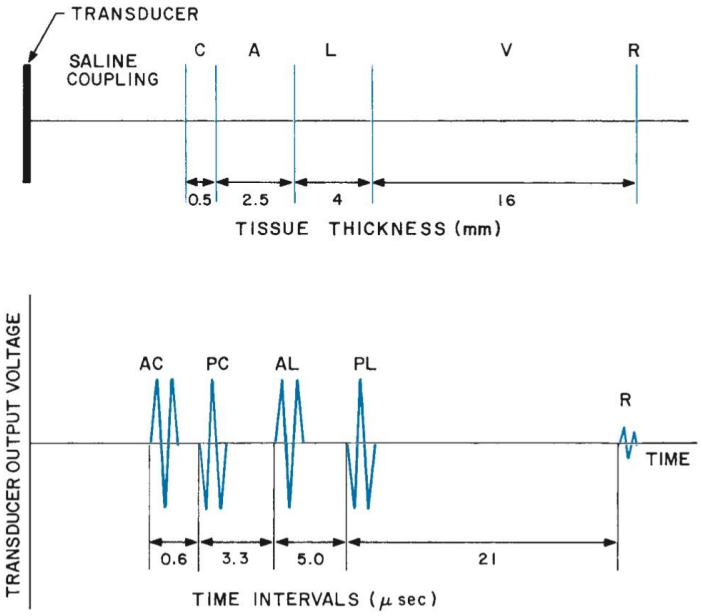
Resim 14: Piezoelektrik kristallerinin elektrik uyarısıyla moleküler konfigürasyonlarındaki değişimin şematik gösterimi.[49]

Üretilen ultrason dalgası, karşılaştığı sıvı ve dokularda basınç etkisiyle yayılarak ilerler. Bu yayılma şekline ***longitudinal dalga*** ya da ***basınç dalgası*** denir. Bu dalganın yayılma hızı, karşılaştığı maddenin yoğunluk ve sıkıştırılma miktarına göre değişiklik gösterir. Her oküler dokunun da bu özellikleriyle orantılı olarak belli hız katsayıları mevcuttur. Ultrason dalgaları en hızlı lens içerisinde hareket ederler. Dalgaların dalga boyunu titreşimin frekansı belirlemektedir. Üretilen dalga boyu kısaldıkça oluşan görüntünün çözünürlüğü artmaktadır. Örneğin 10 MHz frekansında çalışan bir cihazla yaklaşık 150 µm dalga boyunda, dolayısıyla 150 µm çözünürlükte görüntü elde edilirken, frekans 50 MHz'ye yükseltildiğinde yaklaşık 50 µm çözünürlüğe ulaşılır.[49,50]



Resim 15: Farklı ultrason dalgalarının doku derinliğinin şematik gösterimi.

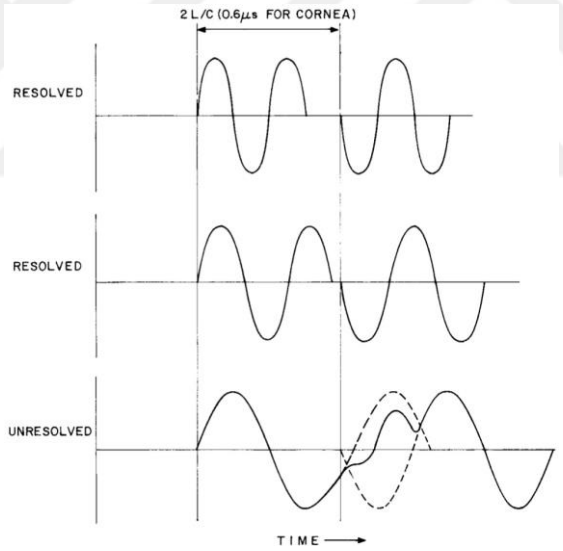
Ultrason dalgaları farklı mekanik özelliklere sahip ortamların sınırından geçerken yansırlar. Yansıyan ultrason dalgasının transdüsere ulaşma süresinden sınırın mesafesi ölçülür. Gözde yansıma yüzeyleri kornea, sklera, iris, lens ve arka duvar gibi yapıların immersiyon sıvısı, ön kamara, vitre gibi boşluklarla sınır yaptıkları yüzeyleridir. Ultrason görüntüsünde bu yansımalar, A-mod ultrasonografide eğri dikleşmesi ve B-mod ultrasonografide reflektif (ekojen) nokta olarak gösterilir. Yansımanın amplitüdü ilgili dokuların ***akustik empedans*** değerleri ile ilişkilidir. Empedans dokunun yoğunluğu ve hız katsayısından hesaplanır. Unutulmaması gereken nokta, yansımanın dokular arası ve doku içi ***empedans farkından*** geliştiğidir. Bu nedenle, ultrason dalgaları immersiyon sıvısı-kornea, aköz sıvı-lens ve vitre-retina yüzeyi gibi ortam sınırı geçişlerinde yüksek amplitüdlü yansımalar yaparak pikler ya da hiperekojen görüntüler oluştururlar. Aynı prensibe dayanarak, homojen yapılar içlerinde empedans değişikliği göstermedikleri için hipoekojen görünürken, heterojen yapılarda empedans konumdan konuma değişiklik göstereceği için yansıma artacak, hiperekojen görüntü elde edilecektir.[49] Ultrason dalgalarının yüzeye geliş (insidans) açısı, elde edilen yansımanın gücü üzerinde belirleyici etki oynar. İnsidans açısı arttıkça hem transdüsere geri dönen yansıma azalacak, hem de dalganın kat edeceği mesafe artacak, bunun sonucunda zayıf ve hatalı ölçümlere neden olacaktır.[49,50]



Resim 16: Üstte Kornea (C), aköz sıvı (A), lens (L), vitre (V) ve retinanın (R) arayüzleri, altta bu arayüzlerden oluşan yansımaları gösterilmeketdir. (AC): kornea ön yüzü, (PC): kornea arka yüzü, (AL): lens ön yüzü, (PL): lens

arka yüzü, (R): retina ön yüzü. Üstte mesafeler mm cinsinden, altta ise zaman aralığı (μs) cinsinden verilmiştir. Her dokunun kendi hız katsayısı kullanılarak alttaki değerlerden üstteki değerlere ulaşılabilmektedir.[49]

Ultrason ile elde edilen görüntünün sahip olduğu aksiyel ve lateral çözünürlük bazı faktörlerle ilişkilidir. Dokunun derinlemesine görüntüleme kalitesini belirleyen ***aksiyel çözünürlük***, kullanılan dalganın frekansına bağlıdır. Ardışık iki dalga arasındaki mesafe kısaldıkça, ultrason dalgalarının ayırt edebileceği kesit miktarı artar. Ancak kısa dalga boyundaki ultrason enerjisi daha yüzeyel katmanlarda emildiği için, görüntü elde edilen doku derinliği azalır. Bu nedenle göz küresinin bütünü 10 MHz civarı dalga boyunda enerji ile incelenirken, ön segment anatomisini incelemede 35-50 MHz'lik ultrason dalgalarından faydalanılır. ***Lateral çözünürlük*** ise, transdüserden çıkan dalganın genişliğine bağlıdır. Daha dar dalgalar, aynı hat üzerinde yer alan daha fazla nokta arasında ayrım yapabilirken, odak derinliğinin kısıtlanması sonucu doku derinliği aynı şekilde azalmaktadır. Ultrason dalgasının genişliği, transdüserin çapı ve ürettiği dalgaların odak mesafesinde yapılan değişikliklerle ayarlanmaktadır.[49]



Resim 17: Aksiyel çözünürlük. Frekans yeterli hıza sahip olduğunda arayüzler arası uzaklık ayırt edilirken, düşük frekanslarda altta gösterildiği gibi çözünürlükte kayıplar oluşmaktadır.

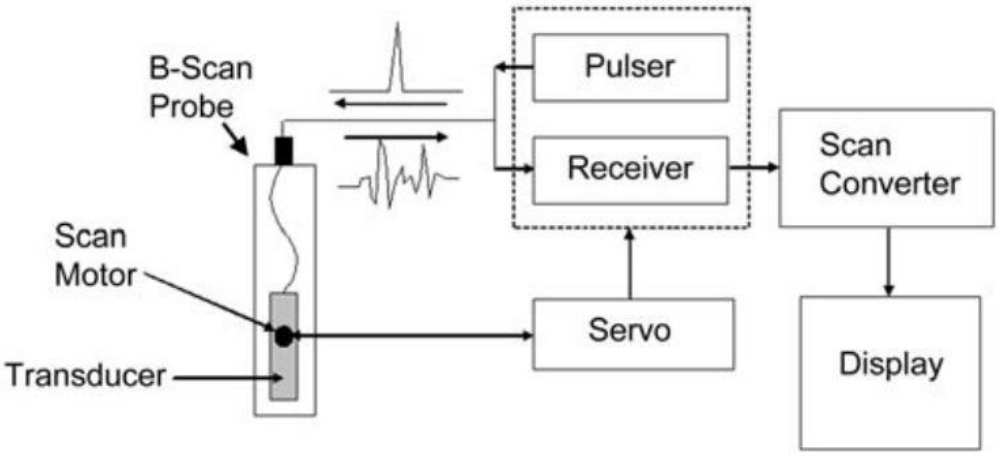
3.2. ULTRASON CİHAZI

Ultrason görüntüleme modaliteleri arasından oftalmolojide en sık A-mod ve B-mod ultrasonografiler kullanılmaktadır. A-mod ultrasonografi ilk kez 1956'da Mundt ve Hughes tarafından intraoküler tümorlerin görüntülemesinde kullanılmış,[48] Ossoinig tarafından geliştirilerek özel bir tanısal araç haline getirilmiştir.[51,52] B-mod ultrasonografi ise yine Baum ve ark. tarafından 2 yıl sonra öne sürülmüştür.[53] A-mod ultrasonografi oftalmoloji pratiğinde başlıca iki amaçla kullanılmaktadır: (1)

Biyometrik A-scan ile aksiyel uzunluk ve lens pozisyonu gibi veriler elde edilerek katarakt cerrahisi sonrası yerleştirilecek göz içi lensin diyoptri gücü hesaplamaları yapılabilmekte, (2) Tanısal A-scan ile intraoküler dokular ayırt edilmekte ve vitreoretinal patolojiler başta olmak üzere birçok hastalıkta tanıya yardımcı olarak kullanılmaktadır.[50] B-mod ultrasonografi ise yansımaların işlenmesi sonucu göz yapılarının iki boyutlu görüntülerinin elde edildiği, tanısal ultrasonografinin temelini oluşturan görüntüleme yöntemidir. A-mod ve B-mod ultrasonografi birlikte kullanıldığında oküler lezyonların değerlendirilmesinde oldukça değerli bilgiler elde edilmektedir.[50]

Tipik bir ultrason cihazı başlıca dört komponentten oluşur:

- Titreşim (pulse) kaynağı
- Probe/transdüser
- Alıcı
- Çevirici ve görüntüleyici.



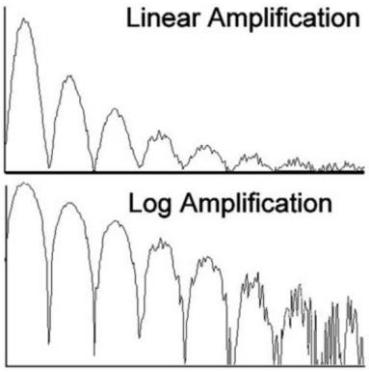
Resim 18: Ultrason cihazının komponentleri. (Transdüser hareketini ve yönünü kontrol eden servo kısmı da gösterilmiştir.)[49]

3.2.1. Titreşim (pulse) kaynağı: Ultrason cihazının probe kısmına belirli frekansta voltaj vuruları vererek transdüser içerisindeki piezoelektrik kristallerinin ultrasonik dalgalar üretmesini sağlayan kısmıdır. İki vuru arasındaki süre, dokudan yansıyan dalganın transdüser tarafından algılanmasına izin verecek kadar uzun olmalıdır. Görüntünün çözünürlüğü ve hassasiyeti, kaynaktan çıkan uyarı vurusunun

amplitüd ve süresiyle ilişkilidir. Uyarı süresi kısaldıkça çözünürlük artarken, amplitüd arttırıldığında hassasiyet artmaktadır.[49]

3.2.2. Probe: Kendisine ulaşan elektriksel uyarıyı yukarıda bahsedildiği üzere ultrason dalgasına çeviren transdüser'ı taşır ve içerdiği motor mekanizması sayesinde bu parçanın incelenecek düzlemi tarayıcı bir salınım yapmasını sağlar. Transdüser, probe içinde genellikle sıvı dolu bir hazne içindedir ve saniyede birkaç kez yaklaşık 45-60 derecelik bir açısal salınım hareketi yapar. Yaklaşık 10 ila 30 Hz'lik frekansa eşdeğer olan bu salınıma ***frame rate*** denir.[49]

3.2.3. Alıcı: Ultrasonik yansıma dalgaları transdüser tarafından algılanıp elektrik voltajına çevrilince alıcı kısmına gönderilir. Transdüserin oluşturduğu bu ham elektrik voltajının, görüntü elde edilebilmesi için çeşitli işlemlerden geçirilmesi gereklidir. Alıcı kendine ulaşan elektrik sinyalini amplifikasyon, kompresyon, kompansasyon, demodülasyon ve rejeksiyon işlemlerinden geçirerek cihazın çevirici-görüntüleyici parçasına yönlendirir.[49,54] Bu işlemler arasında en önemlisi, amplifikasyondur. Zayif elektriksel sinyalin görüntü elde edilebilecek kadar güçlendirilmesini amaçlayan bu işlem lineer ya da logaritmik tipte yapılabilir. ***Lineer amplifikasyon***, dokular arası yansıma farklılıklarına sadık kalarak yüksek hassasiyette sinyal güçlendirmesi yapar, ancak bu şekilde elde edilen düşük seviyeli sinyaller gürültü içerisinde kaybolurken, yüksek seviyeli sinyaller cihazın doygunluk eşiğini aşmakta, bu nedenle görüntüleme sisteminin ***dinamik aralığı*** kapsamının dışında kalmaktadır. Bir diğer yöntem olan ***logaritmik amplifikasyon*** ise, parlak ve sönük yansımalar arasındaki kontrast farkını azaltarak, daha çok sinyalin dinamik aralık içerisinde kalmasını sağlayarak görüntülemeyi kolaylaştırır.[49,50] Her iki yöntemi bir arada kullanan ***S-şekli amplifikasyonu*** ise, hem lineer yöntemin hassasiyetinden, hem de logaritmik yöntemin geniş aralığından faydalanır.[51,52]



Resim 19: Lineer ve logaritmik amplifikasyon. Transdüerden gelen sinyallerin görüntü elde edilmesinden önce uygun amplifikasyon sürecinden geçirilmesi gereklidir.[49]

Çekim sırasında ve sonrasında yapılabilen manuel amplitüd ayarına ***gain*** ayarlaması adı verilir. Sinyal şiddetinin desibel (dB) cinsinden ölçüm değeri olan gain, çoğu ultrason cihazında 30-100 dB arasında bir değere sahiptir. Düşük gain değeri kullanıldığında doku penetrasyonu azaltılıp görüntü çözünürlüğü arttırılarak sklera, koroid yapıları incelenebilirken, yüksek gain değeri kullanıldığında zayıf yansımalar yakalanmakta, vitre opasiteleri ve membranları ayırt edilebilmektedir. Çoğu cihazda mevcut olan ***time gain control (TGC)*** sistemi sayesinde görüntünün farklı derinliklerinden farklı gain değerlerinde görüntüler elde edilmekte, bu şekilde her dokudan dengeli bir görüntü oluşturulması mümkün olmaktadır.[49,50]

3.2.4. Çevirici ve görüntüleyici: Alıcıdan gelen güçlendirilmiş elektrik sinyalini dijital veriye kodlayıp görüntü oluşturan kısımdır. Bilgisayarların kullandığı ikili sistemde yapılan kodlama kapasitesine göre gelen sinyalin çevrilme kalitesi değişkenlik gösterir. Örneğin 8-bit dijital çevirici gelen akımı 256 voltaj seviyesine çevirirken, 12-bit dijital çevirici 4096 seviyeye çevirir. Dijital görüntülemede ise genellikle 512x512 piksel çözünürlük ve 256 gri tonu kullanılır.[49]

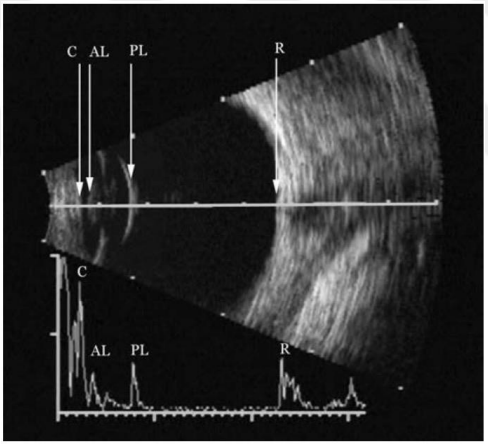
3.3. A-MOD VE B-MOD ULTRASONOGRAFİ

3.3.1. A-mod ultrasonografi: A-mod sistemi, ultrasonografinin temelini oluşturur. Bu yöntem ile tek bir doğrultu üzerinde oluşan sinyallerin amplitüdleri incelenir. Oküler dokuların yüzeylerinde oluşan bu sinyaller arası mesafelerden yararlanılarak biyometrik ölçümlerin yapılmasının yanı sıra, B-mod ultrasonografi görüntüsü ile birleştirilerek tanısal amaçlı kullanımı da mümkün olmaktadır.

A-mod sistemi tek bir hat üzerinde sinyal elde edilmesine dayanır, bu nedenle hareketli bir transdüsere ihtiyaç yoktur. Genellikle 10 MHz'lik, 20 mm zayıf odaklı bir transdüser kullanılır. Probe ucunda fiksasyon ışığı yanmaktadır. Topikal anestezi yardımıyla korneaya doğrudan temas edilerek ölçüm yapılır. ***Biyometrik A-mod*** sisteminde aksiyel uzunluk, ön kamara derinliği ve lens kalınlığı ölçümleri elde edildikten sonra, mevcut keratometri değerleri ile birlikte çeşitli lens formülleri yardımıyla intraoküler lens diyoptri hesaplaması gerçekleştirilir.[49,55-58] Korneal pakimetri (kalınlık ölçümü) de A-mod tarama ile yapılabilen bir ölçüm olup, 20 MHz'lik transduser kullanılmaktadır. Tanısal amaçlı kullanılan ***standart A-mod*** sisteminde ise 8 MHz'lik transdüserden yararlanılır.[49]

A-mod görüntüsü, B-mod sistemden türetilerek de elde edilebilir. Kendisi kabaca A-mod sinyallerinin birleştirilmesiyle elde edilen B-mod görüntüden istenilen doğrultudaki ölçüm izole edilerek A-mod sinyaline erişilebilir.[49]

3.3.2. B-mod ultrasonografi: B-mod sisteminde transdüserin tarayıcı hareketi ile elde edilen sinyaller birleştirilerek iki boyutlu kesitsel görüntüler elde edilir. A-mod görüntüsünde yansıma yüzeyinin konumu, zaman eğrisindeki pikler olarak ifade edilirken, B-mod görüntüde sinyal, gri tonlarından oluşan bir piksel olarak gösterilir. Pikselin konumu yüzeyin transdüsere olan uzaklığını, gri tonu da amplitüd şiddetini simgeler. Bu yöntemde kornea, lens ve retina yüzeyleri belirgin parlak hatlar, normal vitre gibi homojen dokular karanlık alanlar ve sklera, orbital yağ dokusu gibi heterojen dokular yüksek reflektif alanlar olarak görüntülenir.[49] Ultrason yansımasının kayıpsız yakalanabilmesi için incelenen dokuya mümkün olduğunca dik dalga gönderilmesi gerektiğinden, probe üzerinde transdüseri lineer ya da açısal hareket ettiren bir mekanizma bulunmaktadır.[49]



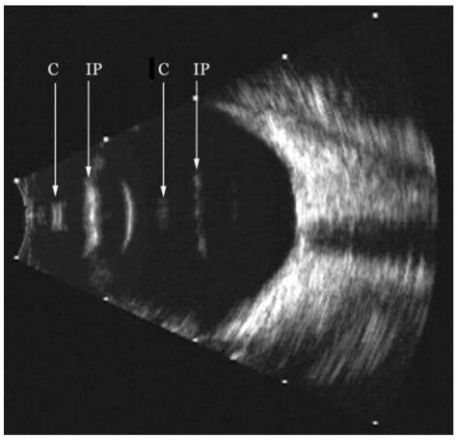
Resim 20: Gözün A-mod ve B-mod ultrasonografi görüntülerinin bir arada gösterimi. (C): Kornea, (AL): Lens ön yüzü, (PL): Lens arka yüzü, (R): Retina.[49]

B-mod ultrasonografi, göz açık veya kapalı iken yapılabilir. Göz kapaklarının kapalı olması hasta konforunu artırmakla birlikte, göz kapakları ultrason dalgasının sönümlenmesine katkıda bulunacağı için görüntü kalitesinde bir azalma gerçekleşir. Ölçüm öncesi oküler yüzeye topikal anestezi uygulanır ve göz ya da göz kapağı üzerine arayüz oluşturmak amacıyla metilsellüloz bazlı jel sürülür. İncelenecek alana uygun şekilde hastanın bakış pozisyonu ayarlandıktan sonra transkorneal veya transskleral tarama işlemine geçilir. Probe üzerinde bulunan marker, görüntünün üst kısmının ne yönde olduğunu gösterir. Transkorneal taramada aksiyel ve para-aksiyel düzlemler kullanılırken, transskleral taramada limbusa dik olan longitudinal düzlem

ya da limbus teğetine paralel transvers düzlemlerde görüntüleme yapılır. Aksiyel transkorneal tarama, lens, vitre, retina yüzeyi ve optik sinirle ilgili genel bilgi vermede oldukça başarılı olmakla birlikte, lensin absorptif ve refraktif etkilerinden kaçınmak amacıyla transskleral taramaların kullanılması, sinyal kalitesini artırmada oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Ölçümlerde gözün farklı dokularına yönelik çeşitli gain parametreleri kullanılmaktadır.[50]

Görüntü elde edildikten sonra topografik, kantitatif ve kinetik incelemesine geçilir. Topografik inceleme lezyonun lokalizasyonu ve boyutları ile ilgili bilgi edinilmesidir. Kantitatif incelemede lezyonun reflektivite, iç yapısı ve absorpsiyona bağlı sinyal sönümlenmesine bakılır. Reflektivite incelemesi sırasında lezyon içinden geçen A-mod sinyalin kullanılması hayati önem taşır, nitekim doku reflektivitesi, A-mod görüntüdeki pik yüksekliğinin retina pikine oranıyla belirlenmektedir. Sinyal sönümlemesi ise kalsifikasyon, yabancı cisim ve kemik doku gibi özel durumlarda görülür. Kinetik incelemede doku mobilitesi, vasküler akım ve konveksiyon hareketine dikkat edilerek vitre-retina ayrımı, intraoküler solid lezyon incelemesinde önemli ipuçlarına ulaşılır.[50]

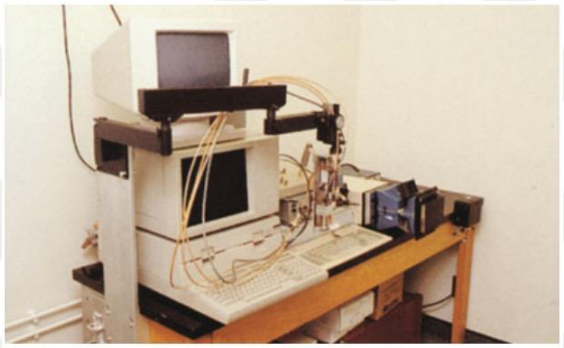
B-mod ultrasonografide akustik ve elektronik kaynaklı görüntü artifaktlarıyla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Ultrason dalgasının lens ve vitre içinde farklı hızlarla hareket etmesi, göz içi yapıların görüntüdeki konumlarında sapmalara neden olmaktadır. Bunun yanında yoğun kataraktlı lensler ya da vitre içi hemoraji ve yabancı cisimler, ultrason dalgalarını absorbe edebildiklerinden arkalarında gölge artifaktı yaratabilmekte, ayrıca bazı yüzeylerin çoklu yansıma yapması sonucu görüntüde duplikasyonlar oluşabilmektedir.[49]



Resim 21: B-mod görüntüde kornea (C) ve iris düzlemine (IP) ait duplikasyon artifaktları.

4. ULTRASON BİYOMİKROSKOPİSİ (UBM)

İlk olarak Pavlin ve ark. tarafından 1991 yılında yeni bir görüntüleme yöntemi olarak geliştirilen ultrason biyomikroskopisi (UBM), ultrason dalgaları ile ön segment anatomisinin incelenebilmesini sağlayan donanıma verilen isimdir.[59] Yüksek frekanslı (35-80 MHz) ultrason dalgaları sayesinde kornea, iris, siliyer cisim gibi ön segment yapıları oldukça yüksek çözünürlüklerde görüntülenebilirken (aksiyel: 25 μm, lateral: 50 μm), görüntü derinliğinin 4 ile 6 mm sınırlarında olması ön segment görüntülemesi için yeterli olmaktadır.[49,60,61] UBM'in kornea hastalıkları, glokom, ön segment tümörleri ve travma gibi çeşitli klinik durumlarda kullanımı mevcuttur.[50]



Resim 22: Pavlin ve ark. tarafından ilk kez 1988 yılında geliştirilen UBM cihazı.[60]



Resim 23: UBM cihazının klinikte ilk kez kullanılması.[60]

4.1. CİHAZ ÖZELLİKLERİ

UBM cihazı, standart ultrason cihazı ile aynı parçalara sahip olmakla beraber, UBM transdüseri arzu edilen çözünürlük ve doku derinliğini sağlama amacıyla değiştirilebilmektedir. İmmersiyon tekniği ile çekim yapılan UBM cihazının ultrason

probe'undan farklı diğer yanı, yüksek frekanslı çekimlerde görüntü kalitesini azaltması nedeniyle, transdüser üzerinde örtücü kılıf bulunmamasıdır. Ancak son yıllarda geliştirilen, akustik olarak transparan zarla yapılmış kılıflar kullanılabilmekte, kılıf içi su ile doldurularak immersiyon sağlanabilmektedir.[62]

UBM cihazlarının başlıca frekans desteği, çekim derinliği ve frame rate özellikleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Klinik amaçlı kullanılan cihazlarda genellikle 35 ve 50 MHz'lik transdüserler kullanılmakta, doku penetrasyonu 8-15 mm arasında sağlanmakta, frame rate değerleri 6 ile 22 fps arasında değişmektedir.[61]

Tablo 1: Yüksek çözünürlüklü UBM cihazlarının temel özelliklerinin karşılaştırılması

	VuMAX II	**Quantel Aviso**	**Paradigm P60**	**HF 35-50 OTI**
Probe frekansı (MHz)	35	50	35	35
Penetrasyon (mm)	15	8	15	13
Fps	22	8	12	6

Kaynak: Marchini G, Ceruti P, Tosi R, Vizzari G. Ultrasound Biomicroscopy. Chapter 16. Shaarawy TM, Sherwood MB, Hitchings RA, Crowston JG, Glaucoma Medical Diagnosis & Therapy, Elsevier 2e 2015: 179-190.

4.2. CİHAZIN KULLANIMI

4.2.1. Hastanın hazırlanması: UBM çekimi için hasta supin pozisyona getirilir. İncelenecek göze topikal anestezi uygulanır (proparakain hidroklorid %0,5). Oküler yüzeye, kapak aralığına uygun olan özel immersiyon haznesi yerleştirilir. Hazne steril su, izotonik çözelti veya metilsellüloz ile doldurulur. Su oldukça kolay uygulanmakla beraber, sıvı kaçağı ve arayüzde hava kabarcığı oluşabilmekte, metilsellüloz bu açıdan daha uygun bir tercih olmaktadır. Akustik transparan kılıflarla yapılan çekimlerde hastanın supin pozisyona getirilmesi gerekli değildir.

4.2.2. UBM çekimi: Hasta hazırlığı yapıldıktan sonra UBM program arayüzünde hasta bilgileri, çekim yapılacak göz ve kesitlerin belirtilmesi ile çekim modu (sulkus-sulkus, yüksek çözünürlük, ön kamara vb) ayarlanır. Bu işlemler sonrasında ayak pedalı veya arayüz yardımıyla probe motoru çalıştırılarak transdüser hareketi başlatılır ve probe immersiyon haznesine daldırılır. Oküler yüzey ile aradaki mesafeye dikkat edilerek istenilen kesitte tarama yapılır. Görüntü standart ultrasonografide olduğu gibi yatay değil, anterior kısım üstte olacak şekilde dikey

doğrultudadır. UBM probe kenarında yer alan marker, kullanılan cihaza göre görüntünün sol ya da sağ tarafını belirtir.[50]

UBM ile görüntülenen dokular, akustik ortam arası geçişler ve doku iç yapısının düzenli olup olmamasına göre değişik ekojen özelliklere sahiptir. En hiperekojen kısımlar, ortam geçişi olan kornea epiteli, endotel ile iris ve lens epitel tabakalarıdır. İmmersiyon sıvısı, aköz sıvısı ve anterior vitre karanlık görünür. Kornea kollajeni ve siliyer kasın longitudinal lifleri düzenli yapıları nedeniyle hipoekojen görünürken, sklera, iris ve siliyer cisim hiperekojen görünümdedir.[49,50]

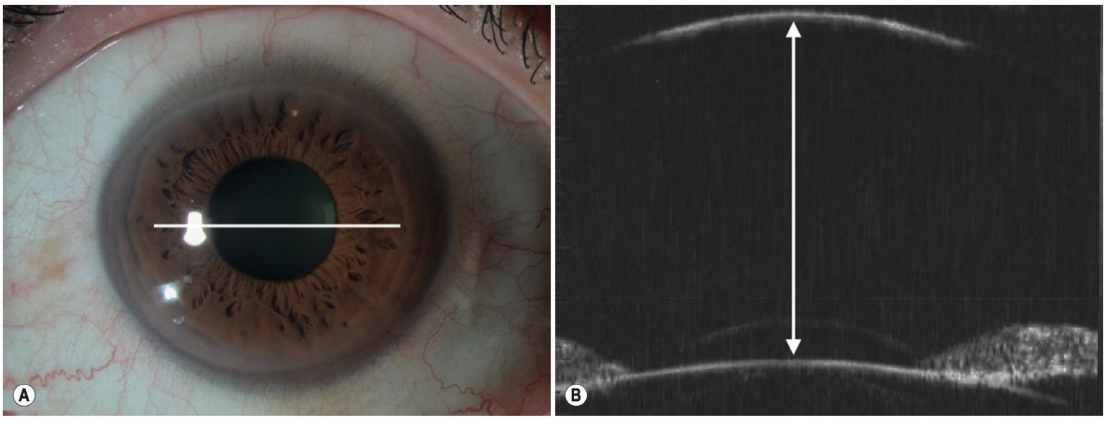
Kesit alınan oküler yüzeyin UBM transdüserinin hareket doğrultusuna dik olması, hem kaliteli görüntü elde edilmesi, hem de ölçümlerin doğru yapılması için hayati önem taşımaktadır.[50] Epitel ve endotel tabakalarından en parlak ekojenite alınan kesitler, ilgili dokulara en dik geçen kesitlerdir. Santral kornea ve ön kamara derinliği incelenirken primer pozisyon yeterliyken, konjunktiva, ön sklera, açı elemanları, glokom cerrahisi alanı ve siliyer cisim incelenirken, hastanın gözünü incelenecek kadranın 180° aksi istikamete çevirmesi sağlanır.

4.2.3. Kullanılan kesitler: UBM çekimi sırasında kullanılan başlıca kesitler aşağıdaki gibi tarif edilir:

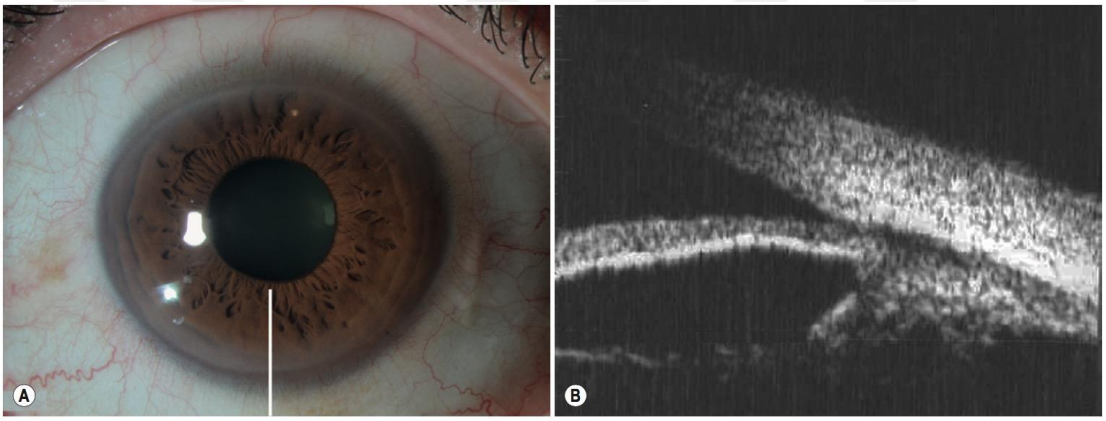
Aksiyel kesit: Göz primer pozisyonda iken alınan kesittir. Santral kornea, ön kamara derinliği, doğal lens ya da intraoküler lens implant incelemesi için idealdir.[50]

Radyal (longitudinal) kesit: İncelenecek kadrandaki limbusa dik olarak çekim yapılan kesittir. Hastanın gözünü aksi istikamete çevirmesi gereklidir. Ön kamara açısı, skleral mahmuz, iris periferi ve siliyer cismin en iyi görüntülendiği kesittir. Glokom, iris ve siliyer cismin kitle lezyonları ile açı travması incelemesinde idealdir.[63-65]

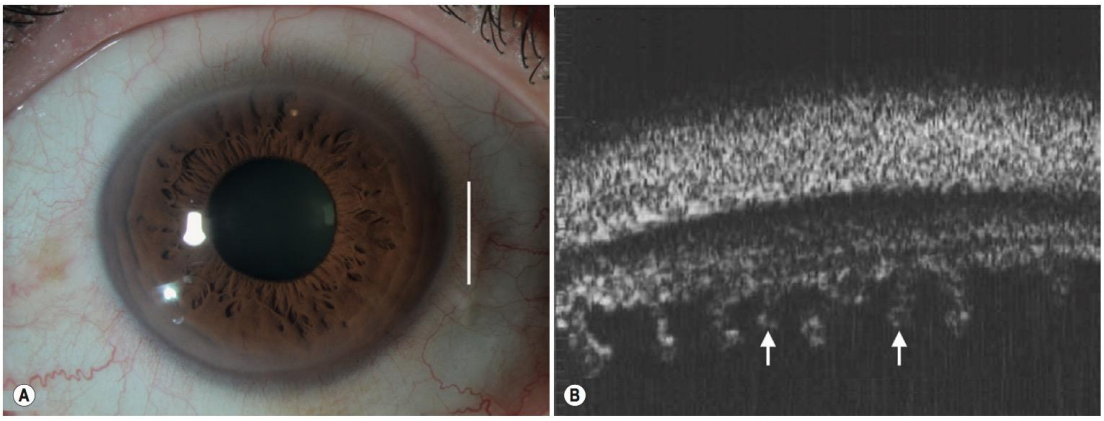
Transvers kesit: İncelenecek kadrandaki limbusa paralel olarak çekim yapılan kesittir. Bu kesit ile siliyer proseslerin görüntülenmesi mümkündür. İris ve siliyer cisimdeki kitle lezyonları ve siliyer proseslerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılır.[49,66]



Resim 24: Aksiyel tarama. A) Aksiyel horizontal kesitin ön segmentteki konumunu gösteren biyomikroskopi resmi. UBM probe'u beyaz çizgiyle gösterilen doğrultuda, probe marker'ı saat 3 kadranını gösterir şekilde yerleştirilmiştir. B) Elde edilen UBM görüntülemesinde ön kamara derinliği gösterilmiştir. Saat 3 kadranı görüntünün sağında yer almaktadır.



Resim 25: Radyal longitudinal kesit. A) Biyomikroskopi resminde UBM probe'unun beyaz çizgiyle gösterilen doğrultuda yerleştirildiği gösterilmektedir. Marker saat 6 yönündedir. B) Elde edilen UBM görüntülemesi periferik kornea, sklera, iris, siliyer cisim ve lens kapsülünü göstermektedir.



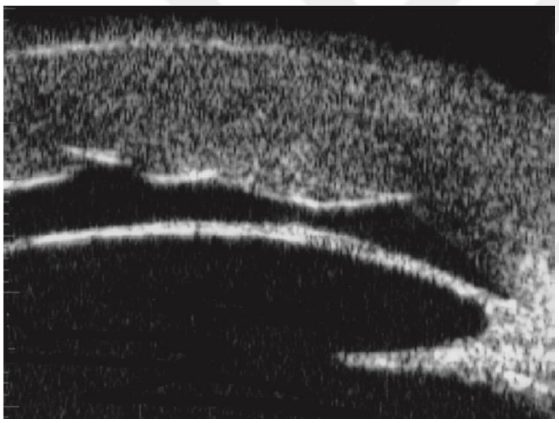
Resim 26: Transvers kesit. A) Biyomikroskopi resminde UBM probe'unun sklera üzerine, limbusun hemen posterioruna yerleştirildiği alan beyaz çizgiyle gösterilmiştir. B) Elde edilen UBM çekiminde siliyer prosesler görünmektedir.

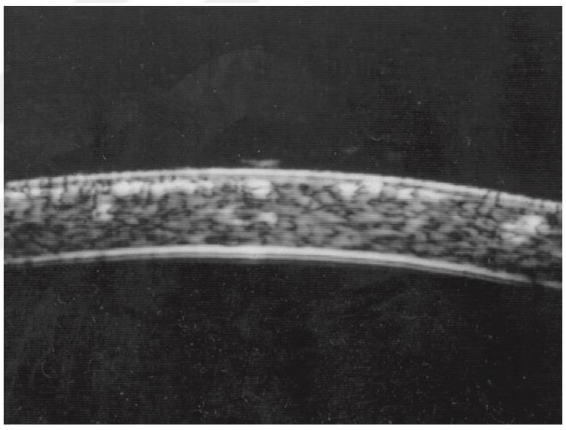
Kaynak: Singh AD, Hayden BC. Ophthalmic Ultrasonography, Elsevier, 2012.

4.3. KULLANIM ALANLARI

4.3.1. Kornea hastalıkları: UBM görüntülemesi ile korneada 4 ayrı tabaka gözlenebilmektedir. Hiperekojen bantlar olarak gözüken epitel ve Bowman tabakalarından sonra, düzgün kollajen dizilimine sahip olan stromanın hipoekojen reflesi görülür. Stroma posteriorunda, Descemet membranı ve endotel tabakaları tek bir hiperekojen bant olarak ayırt edilebilmektedir.[67,68]

Konjenital kornea opasitelerinde UBM ile ayırıcı tanıda önemli ipuçlarına ulaşılabilmektedir. Nischal ve ark. tarafından yapılan çalışmada, konjenital kornea opasitelerin etyolojisinde Descemet+endotel bandı morfolojisi incelemesiyle posterior polimorf distrofi ile konjenital herediter endotel distrofisi ayrımı yapılabilmiş, kornea ödemi altında Bowman membran yokluğu tespit edilebilmiş, Heur ve ark. ise Peters anomalisi gibi patolojileri görüntülemiştir.[69,70]



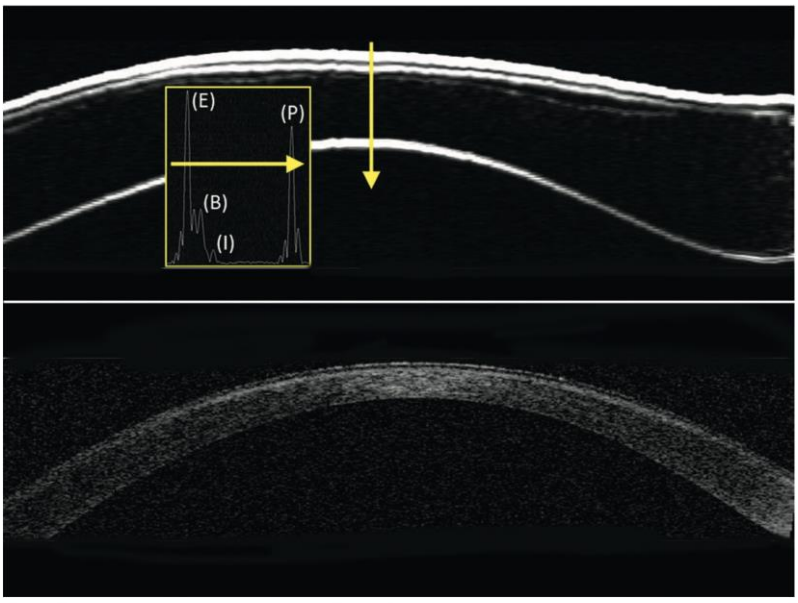


Resim 27(sol): Kornea ödemi. Descemet membranındaki dekolman ve kornea stromasının homojen kalınlaşması görülmekte.[61]

Resim 28 (sağ): Granüler distrofi. Yüzeyel stromada hiperekojen hyalin granüller görülmekte.[60]

Kornea ödemi etyopatogenezinde yer alan akut hidrops, büllöz keratopati ve iridoskizis sonrası iridokorneal temasa bağlı endotel dekompansasyonu UBM ile görüntülenebilen lezyonlar arasındadır.[71-73] Granüler distrofi gibi bazı stromal distrofilerin de UBM ile görüntülenmesi mümkündür.[74]

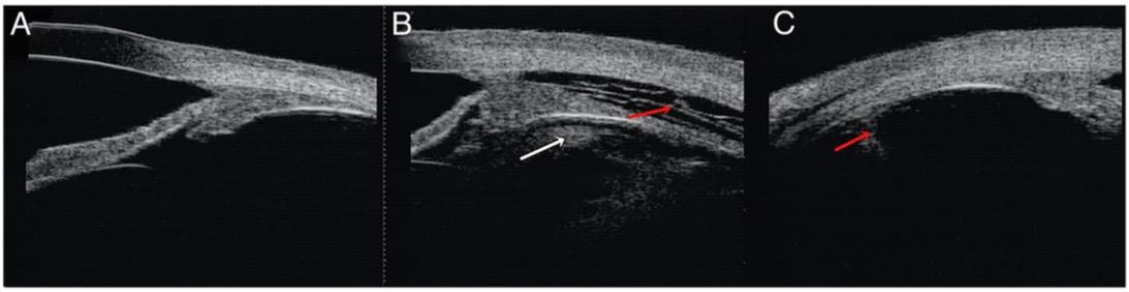
Son yıllarda Silverman ve ark. tarafından geliştirilen Artemis tekniği sayesinde kornea biyomekaniği ile ilgili daha detaylı incelemeler yapılabilmektedir.[75] Özel immersiyon yöntemi ve ark taraması prensibiyle çalışan bu sistem ile, keratokonus ve korneal refraktif cerrahi uygulanan hastalarda epitel ve stroma incelemeleri yapılabilmektedir.[76,77]



Resim 29: LASIK sonrası 12. ayda çekilen Artemis UBM (üstte) ve Visante OCT (altta) görüntüleri. B-mod görüntü üzerindeki vektörden türetilen I-mod görüntüde (kutu) endotel (E), Bowman tabakası (B), lameller arayüz (I) ve endotel-aköz arayüzü (E) görülebilmektedir.[61]

4.3.2. Oküler inflamasyon: UBM, anterior ve intermediyer üveit bulgularını görüntülemede oldukça etkili bir yöntemdir. İris ve siliyer cisim ödemi düzensiz hiporeflektif kalınlaşma şeklinde görülmekte, ayrıca siliyer cisim ve vitre bazı yerleşimli eksudalar görüntülenebilmektedir.[78] Ayrıca, biyomikroskopik bulguların gerilediği 6 haftalık süreçte halen UBM bulguları tespit edilebilmesi, hastalığın aktivitesi ile ilgili daha doğru veriler elde edilmesini sağlamaktadır.[79]

İntermediyer üveite işaret eden vitre kondansasyonları, membranlar, siliyer efüzyon (siliyer cisim dekolmanı, suprakoroidal septal ayrışma vb) bulguları da gösterilmekte, UBM görüntülemesi klinik muayene ile korrelasyon içinde, hatta oftalmoskopi ile görüntülenemeyen bulguların tespitinde daha etkili olmaktadır.[80,81] Oküler toksokariyazis gibi özel üveitlerde UBM, kliniğe özel bulguların saptandığı bir görüntüleme yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır.[82,83]

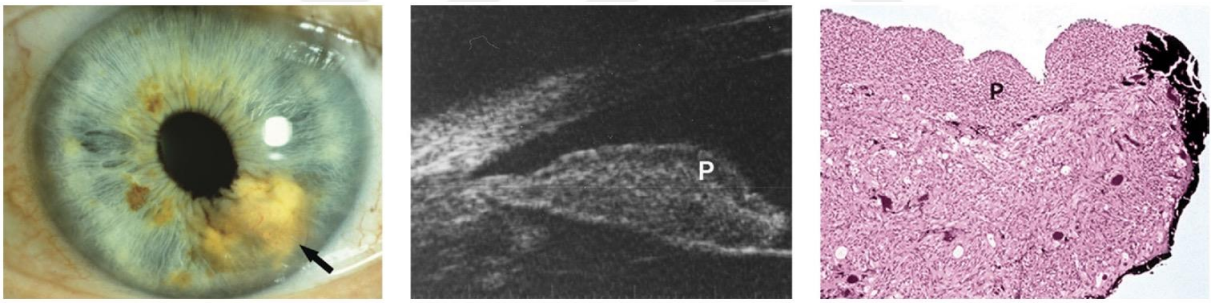


Resim 30: Oküler toksokaryazisli olguların UBM görüntüleri. A) Normal ön segment görüntüsü. B) Periferik granülom üzerindeki vitre adhezyonları (beyaz ok) nedenli traksiyonel siliyer cisim dekolmanı (kırmızı ok). C) Vitre içi opasiteler (kırmızı ok).[83]

Kronik hipotonilerde özellikle UBM ile transvers kesitlerde elde edilen görüntülerde siliyer proseslerdeki atrofik değişiklikler ve episilyer membranların tespiti, agresif medikal tedavi ve cerrahi tedavi kararlarında etkili olmaktadır.[66,84-86]

UBM'in klinikte kullanıldığı bir diğer inflamasyon ise skleritlerdir. UBM ile episklerit-sklerit ayrımının yanı sıra kantitatif ölçümler yapılması da mümkündür.[87,88]

4.3.3.Ön segment tümörleri: Uveal dokunun en sık görülen malign lezyonları olan uveal melanomların yaklaşık %15'i iris ve siliyer cisim kökenlidir.[89] İris ve siliyer cisim melanomları belirgin sınırlı nodüler lezyonlar olabileceği gibi diffüz stromal yayılım da gösterebilmektedir.[90] İris melanomları klinik muayene ile görüntülenebilmekte iken, siliyer cisim melanomları çoğu zaman konvansiyonel yöntemlerle yetersiz incelenmektedir. Son yıllarda UBM'in kullanımıyla beraber bu lezyonların büyüklüğü, yerleşimi, solid/kistik ayrımı, yayılımı ve iç yapısıyla ilgili bulguların elde edilmesinde önemli kolaylıklar sağlanmış durumdadır.[90]



Resim 31: Yüzeyel iris melanomu. Soldaki biyomikroskopik resimde okla gösterilen alanda kısmen pigmente iris melanomu görülmekte. Ortadaki UBM görüntüsünde hiporeflektif yüzeyel plak (P) görülmekte. Sağdaki histopatoloji örneğinde (Hematoksilen & Eozin, x100) iğsi hücreli melanom plağı görülmekte.[92]

Yapılan çalışmalar, ön segment tümörlerinde klinik ve histopatoloji ile UBM görüntüleme bulguları arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermektedir.[91] UBM sayesinde özellikle yüzeyel plak, tümör vaskülarizasyonu, tümör-siliyer cisim arayüzü, pigment epitel bütünlüğü ve ekstraskleral yayılım (emisser venler vb) hakkında detaylı inceleme yapılabilmektedir.[92]

4.3.4. Glokom: UBM'in glokom hastalıklarında kullanımına ileriki bölümde ayrıntılı olarak değinilecektir.

4.4. UBM VE GLOKOM

Ultrason biyomikroskopik görüntüleme ile glokom hastalarının incelenmesi, yine ilk kez Pavlin ve ark. tarafından başlatılan birçok çalışmayı içeren bir konudur.[64] UBM ile glokomatöz göz anatomisi üzerine kantitatif ölçümler yapılabilmekte, ilgili glokom kliniğine özgü bulgular görüntülenebilmektedir. Bu bölümde glokomda kullanılan UBM ölçüm parametreleri yanı sıra, glokom tanı ve tedavisinde UBM'in yerine değinilecektir.

4.4.1. Ölçüm parametreleri

Ön kamara açısı ve siliyer cismin UBM ile yapılan kantitatif ölçümlerine yönelik ilk çalışmalar Pavlin ve ark. tarafından yapılmış, bu çalışmalarda önerilen mesafe ve açı ölçümleri sonraki yayınlarda standart parametreler olarak kabul görmüştür.[64,74]

Kornea kalınlığı (corneal thickness, CT): Kornea epiteli ile endoteli arası uzunluk.

Sklera mesafesi (scleral distance, SD): Skleral mahmuz hizasında ölçülen sklera kalınlığı.

Ön kamara derinliği (anterior chamber depth, ACD): Santral kornea endoteli ile lens ön yüz epiteli arası uzunluk.

Açı açıklık mesafesi (angle opening distance, AOD250 / AOD500 / AOD750): Skleral mahmuza kornea yönünde 250, 500 ve 750 μm mesafede, trabekül ağına çizilen dikmenin irise olan mesafesi. AOD değeri, ön segment görüntülemelerinde açı ölçümlerinin temelini oluşturmaktadır.

Trabekül-siliyer proses mesafesi (trabecular ciliary process distance, TCPD): Skleral mahmuza 500 μm mesafeden, iris posterior epitelini dik kesen doğru üzerindeki trabekül ile siliyer proses arasındaki mesafe.

İris-siliyer proses mesafesi (iris ciliary process distance, ICPD): TCPD ölçümü yapılan doğru üzerinde, iris arka yüzeyi ile siliyer cisim arasındaki mesafe.

İris mesafesi (iris distance, ID1, ID2, ID3): Skleral mahmuza 500 μm'den irise dik geçen doğru üzerindeki iris kalınlığı ID1, mahmuza 2 mm'den irise dik geçen doğru üzerindeki iris kalınlığı ID2, irisin pupil kenarında en kalın olduğu yerdeki kalınlığı ID3 olarak adlandırılır.

İris-zonül mesafesi (iris zonule distance, IZD): İris arka yüzeyi ile siliyer proseslerin sonlanım noktası arasındaki mesafe.

İris-lens temas mesafesi (iris lens contact distance, ICLD): İrisin lens ile temaz eden yüzeyinin uzunluğu.[61,74]

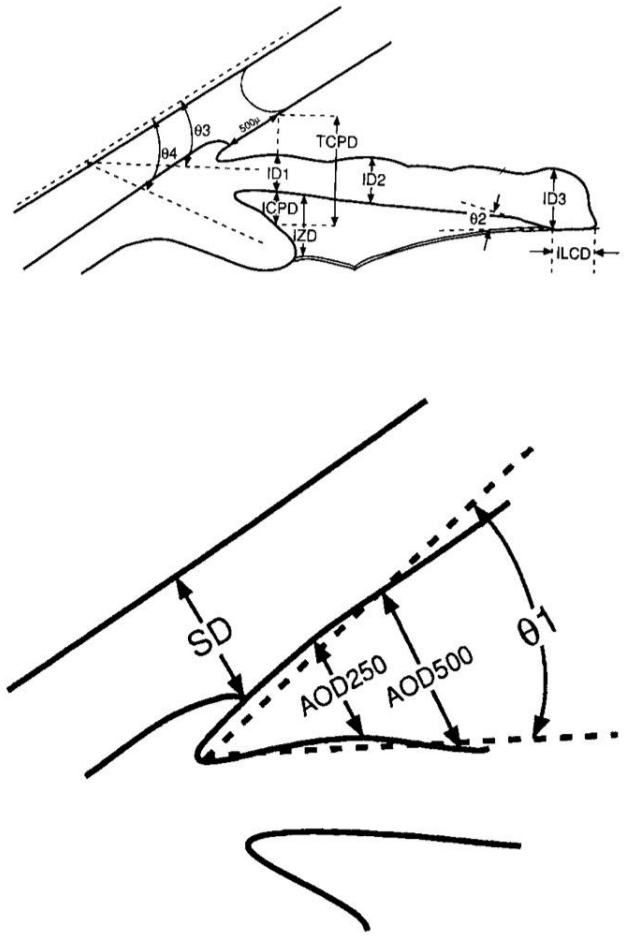
Ön kamara açısı (anterior chamber angle, ACA): Tepesi iris sulkus apeksi, kenarları AOD500 mesafesindeki nokta ile aynı nokta üzerinden bu kenara çizilen dikmenin iris ön yüzeyiyle kesiştiği noktadan geçen açı.

İris-lens açısı (iris lens angle, ILA): İris ile lens arasındaki açı.

Sklera-iris açısı (scleral iris angle, SLA): İrisle sklera dış yüzeyinden geçen teğet arasındaki açı.

Sklera-siliyer cisim açısı (scleral ciliary process angle, SCPA): Siliyer cisimle sklera dış yüzeyinden geçen açı.

Açı girinti alanı (angle recess angle, ARA): Kornea endoteli, iris ön yüzeyi ve AOD750 doğrusu arasında kalan alan.[61,74]



Resim 32: Pavlin ve ark. tarafından belirlenen ön kamara açısı ölçüm parametrelerinin şematik gösterimi.
Üstte:
TCPD: Trabekül-siliyer proses mesafesi.
ICPD: İris-siliyer proses mesafesi.
IZD: İris-zonül mesafesi.
ID1,2,3: İris kalınlığı.
ILCD: İris lens temas mesafesi.
θ2: İris-lens açısı (**ILA**).
θ3: Sklera-iris açısı (**SIA**).
θ4: Sklera-siliyer cisim açısı (**SCPA**).
Altta:
AOD250,500: Açı açılma mesafesi.
θ1: Ön kamara açısı (**ACA**).
SD: Skleral kalınlık.

UBM ile siliyer cismin ölçümlerine yönelik standart parametreler olmamakla birlikte, literatürde kullanılmakta olan çeşitli ölçümlerle karşılaşmak mümkündür. Örneğin birçok yayın, siliyer cismin skleraya bakan tabanına dik olmak üzere en kalın olduğu ölçümü kabul etmekte,[93] bu

ölçümün yanında, skleral mahmuz üzerinden ve skleral mahmuza 1, 2 ve 3 mm mesafelerden yapılan dikmeler üzerinden yapılan ölçümler kullanılmaktadır.[93-95] Francis ve ark tarafından yapılan bir çalışmada, siliyer proses alanını ölçmek amacıyla, iris arka yüzeyinden anterior-posterior doğrultuda ölçülen siliyer proses kalınlığı (ciliary process thickness, CBT) ile, siliyer cismin sklera insersiyonu ile tepesi arasındaki mesafe olarak tariflenen siliyer proses genişliği (ciliary process width, CPW) kullanılmıştır.[96] UBM ölçümleriyle değerlendirilen bir diğer kriter, irisin siliyer cisme insersiyon yeri olmakta, siliyer cismin irise bakan yüzü 3 eşit parçaya ayrılarak insersiyonun bazal (anterior), orta ve apikal yerleşimli olup olmadığına bakılmaktadır.[97,98]

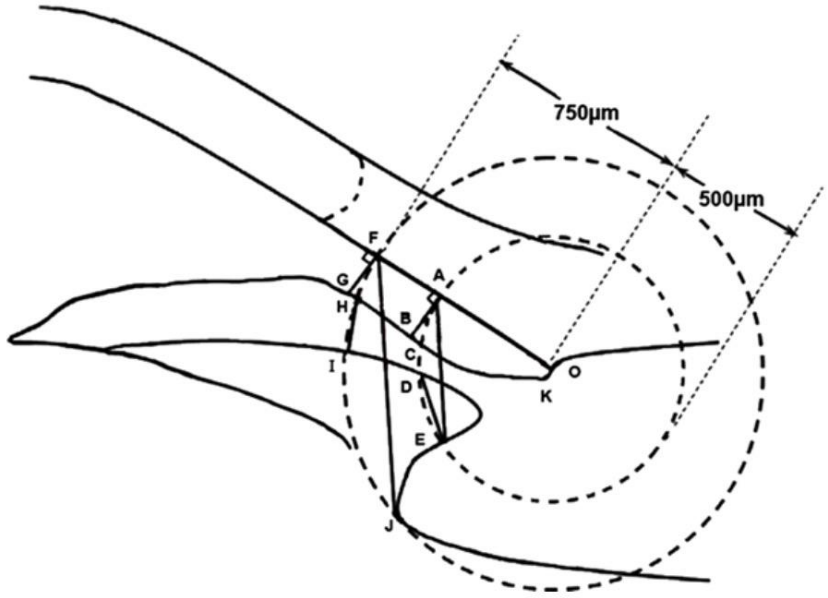
UBM ile yapılan ölçümlerle ilgili önemli konulardan biri, yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliği üzerinedir. Tekrarlanabilirlik analizi, tek gözlemcinin kendi ölçümleri arasındaki (***intraobserver***) ve birkaç gözlemcinin ölçümleri arasındaki (***interobserver***) farklılıkların bir varyasyon katsayısı (***coefficient of variation, CV***) üzerinden değerlendirilmesi ile yapılmaktadır. Buna göre, tek gözlemciye ait ölçümlerin tekrarlanabilirliği genellikle yüksek olmakla birlikte, ölçüm için temel alınan noktaların kişiden kişiye değişkenlik göstermesi nedeniyle, gözlemciler arası tekrarlanabilirlik genellikle daha düşük olmaktadır.[99,100]

UBM parametreleri	**CV değerleri (%)**	
	Tello ve ark.[99]	**Marchini ve ark.**[100]
ACD	0,3-0,5	1,4
ACA	4,5-11,1	12,4
TCPD	1,8-4,7	5,9
AOD500	5,1-9,2	8,0
ID1	3,7-8,3	10,5
ICPD	3,7-6,7	15,6
IZD	2,6-7,1	6,6
ILC	2,9-3,3	14,2
SCPA	-	8,6
SIA	-	7,5

Tablo 2: İncelenen 10 UBM parametresi için iki çalışmada[99,100] belirlenen varyasyon katsayılarının (CV) karşılaştırılması.[61]

Lin tarafından yapılan bir çalışmada, tekrarlanabilirliği kuvvetlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir yazılım önerilmektedir.[101] Açık açılı ve açı kapanması olan olgularda yapılan bu çalışmada, skleral mahmuzun manuel olarak tespit edilmesi

sonrası AOD500, ACA (yayında: trabecular-iris angle, TIA), ARA, TCPD, ICPD ve ID (yayında: iris thickness, IT) ölçümlerinin yazılım tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu yarı-otomatize sistemin sonuçlarına göre, tek gözlemcinin ölçümlerinde her iki grupta AOD, ACA ve ID değerlerinin tekrarlanabilirliği yüksek, TCPD ve ICPD değerlerinin tekrarlanabilirliği düşük bulunmaktadır. Gözlemciler arası farklılıklara gelindiğinde, tek gözlemciye nazaran her iki grup için daha düşük tekrarlanabilirlik elde edilmekte, ölçümler arası farklılık skleral mahmuzun tespitinin zorlaştığı açı kapanması olgularında artmaktadır.[101]



Resim 33: Lin ve ark. tarafından önerilen Tongren yazılımının ölçüm parametreleri. Skleral mahmuzu (O) merkez alan 500 µm ve 750 µm çapında çizilen halkaların ön segment yapılarıyla yaptıkları kesişim noktaları (A-I) ölçümlerde kullanılmaktadır. (K) noktası açı resesinin en derin noktasıdır.[101]

4.4.2. Açık açılı glokom

Glokom etyolojisinde UBM'den başlıca faydalanılan konu, ön kamara açısının değerlendirilmesidir. Klinikte gonyoskopik muayene ile derecelendirilmesi yapılan ön kamara açısının daha objektif ve kantitatif yönden değerlendirilmesi için Pavlin ve ark tarafından ortaya atılan lineer ***AOD(250-500)*** parametreleri, açısal ***ACA*** parametresi yanında kullanılmaktadır.[64] Primer açık açılı glokomun yanında, pigment dispersiyon sendromu ve psödoeksfolyatif glokom gibi sekonder açık açılı glokom tanılarında UBM'den faydalanılmaktadır.[61]

Pigment dispersiyon sendromu: İris nonpigmenter epitel tabakasının lens zonüllerine teması sonucu ön kamaraya pigment deşarjı ile karakterize olan pigment dispersiyonu sendromunun klinikteki klasik triadı (1) iris midperiferinde

transilluminasyon defekti, (2) endotel orta hatta vertikal Krukenberg iğciği, (3) gonyoskopik muayenede trabekulum üzerinde yoğun pigment bandı olarak tariflenir.[102] İlk kez Campbell tarafından ortaya atılan, irisin posteriora doğru bombeleşmesi (posterior bowing) fenomeni sendromun başlıca nedenleri arasındadır.[103] İrisin bu konfigürasyonu UBM ile gösterilmekte, iris konkavitesi çeşitli ölçümlerle kantitatif olarak değerlendirilmektedir.[102,104] Ayrıca YAG lazer periferik iridotomi sonrası UBM ile posterior bombeleşmenin düzeldiği gözlenmektedir.[105,106]

Psödoeksfolyatif sendrom: Ekstrasellüler matriks kökenli psödoeksfolyatif materyalin aşırı üretimi sonrası intraoküler ve ekstraoküler dokularda birikmesi ile gelişir. Psödoeksfolyatif materyalin kornea endoteli, ön kamara açısı, lens ön kapsülü ve zonüller gibi ön segment yapılarında birikimi UBM ile gösterilebilmektedir.[107] Biriken materyal, lens zonüllerin daha belirgin hiperekojenite kazanmasına yol açmaktadır.[108] Psödoeksfolyatif sendromlu hastalarda lens ön-arka çapında artış olduğu bildirilmiş, bu durumun lens kapsülünde materyel birikimine ve zonüllerdeki zayıflama sonucu zonül liflerinin kontraksiyon kaybına sekonder olduğu düşünülmüştür.[109]

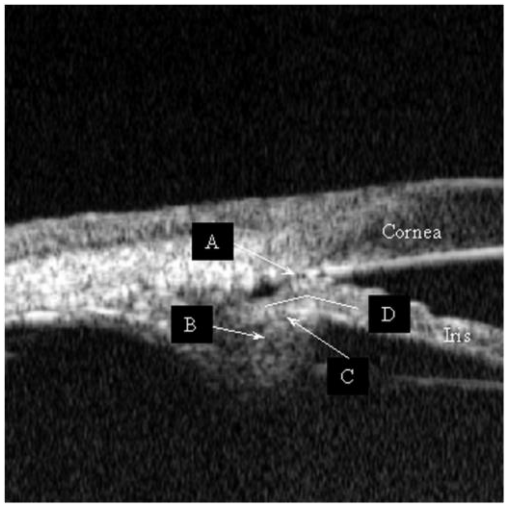
4.4.3. Açı kapanması glokomu

Açı kapanması glokomunun mekanizmasının incelenmesi ve klinik takibinde UBM görüntülemesine sıklıkla başvurulmaktadır. Biyometrik ölçümlerde, açı kapanması glokomu bulunan gözlerin santral kornea kalınlığı daha düşük, ön ve arka korneal eğrilik yarıçapları daha kısa, ön kamara daha sığ, lens daha kalın, lens ön yüzey eğrilik yarıçapı daha kısa, lens daha anterior yerleşimli, aksiyel uzunluk daha kısa bulunmaktadır.[100] Lensin daha anterior yerleşimi olduğunu gösteren UBM parametreleri, ***TCPD*** ve ***SCPA*** değerleri olmaktadır. Pavlin tarafından belirtildiği üzere, TCPD irisin içinden geçtiği bir aralık olması nedeniyle açının maksimum genişliği hakkında bilgi vericidir.[64] Marchini açı kapanması glokomu bulunan gözlerin TCPD ve SCPA değerlerinin daha düşük olduğunu, dolayısıyla açı kapanması glokomlu gözlerde siliyer cismin daha anteriora dönük olabileceği sonucuna varmaktadır.[100] Bunun yanı sıra, açı kapanmasının pupiller blok, plato iris ve aköz ters yönelimi gibi özel durumlardan hangisiyle uyumlu olduğunun tespiti önem kazanmaktadır.[61]

Pupiller bloklu açı kapanması: İrisin pupil kenarının lensle teması sonucu aközün ön kamaraya kısıtlı geçişi, irisin ön ve arka yüzeyleri arası basınç gradyenti oluşturarak irisin ön kamaraya bombeleşmesine ve açının kapanmasına neden olmaktadır.[110] İrisin pupiller blok nedenli bombeleşmesi UBM aracılığıyla kantitatif olarak incelenebilmedir.[111] Pupiller bloğun YAG lazer iridotomiye cevabı iriste düzleşme şeklinde görüntülenmektedir.[64]

Pupiller blok olmadan açı kapanması: Pupil bloğu olmaksızın açı kapanması bloğuna sebep olan patolojilerin başında plato iris sendromu gelmektedir. Klinik olarak gonyoskopide kapanmaya meyilli ön kamara açısı, düz iris düzlemi ve derin ön kamara şeklinde tariflenen plato iris sendromunun[112] ilk UBM incelemesi Pavlin tarafından gerçekleştirilmiş, siliyer cismin anterior yerleşimli olmasının patofizyolojide etken olduğu öne sürülmüştür.[113] Ardından Kumar tarafından UBM aracılığıyla plato iris sendromuna yönelik tanısal kriterler geliştirilmiştir:[114]

1) Anteriora dönük, periferik irise posteriordan destek olan siliyer prosesler
2) İnsersiyon yerinden dik bir yükseliş yapıp korneoskleral duvardan aşağı doğru açılanma yapan iris kökü
3) Santralde düz iris düzlemi
4) Siliyer sulkusun olmaması
5) Aynı kadranda (skleral mahmuz anteriorunda) iris-açı teması



Resim 34: Kumar ve ark. tarafından UBM ile belirlenen plato iris sendromu kriterleri. A) İris-açı teması. B) Siliyer cismin anterior rotasyonu. C) Siliyer sulkusun olmaması. D) İrisin açılanması.[114]

Mevcut iris konfigürasyonu ve açıda daralma YAG lazer iridotomi ile düzelmemekte, hatta bu olgu plato iris konfigürasyonu/sendromu için tanımlayıcı bir kriter olmaktadır.[115] UBM ile gösterildiği üzere, lens ekstraksiyonunun da tam

düzelme sağlamadığı plato iris sendromunda[116] bilinen tedavi yöntemi argon lazer periferik iridoplastidir.[117] Ancak lazer iridotomi ile açıda tam açılma sağlanmayan olguların rezidüel açı kapanmasının lens ekstraksiyonu ile düzeldiğinin gösterilmesi, konfigürasyonda tam düzelme sağlanmaksızın plato iris sendromlu gözlerde cerrahinin yeterli olabileceğini düşündürmektedir.[118] Francis ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada lens ekstraksiyonuna endoskopik sikloplasti eklenerek siliyer cisim formasyonu üzerinde değişiklik yapılması öngörülmüş, açıda düzelmeyle birlikte, siliyer cisim rotasyonu tam anlamıyla sağlanamamıştır.[96]

Açı kapanması glokomu gelişen gözlerin anatomik incelenmesinde iris kalınlığı, iris insersiyonu gibi diğer özellikler de incelemeye alınmaktadır. Ku ve ark. tarafından bildirildiği üzere açı kapanması glokomunda iris ve siliyer cisim daha kalın bulunmakta, iris kökü siliyer cismin bazaline (anterior yerleşim) insersiyon yapmaktadır.[98] Akut ve kronik açı kapanmalı olguların incelendiği bir diğer çalışmada, kronik olgularda pupiller blok harici komponentlere daha sık rastlandığı, bu olgularda anterior iris insersiyonu, anterior siliyer cisim rotasyonu ve plato iris konfigürasyonuna daha sık rastlandığı bildirilmiştir.[119]

GEREÇ VE YÖNTEM

Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Glokom Birimi tarafından takip edilen, maksimum medikal tedavi ile hedef göz içi basıncına (GİB) ulaşılamaması ve/veya optik sinir başı bulguları veya görme alanında progresyon saptanması nedeniyle glokom cerrahisi kararı verilmiş ve Haziran 2016-Şubat 2017 tarihleri arasında komplikasyonsuz trabekülektomi operasyonu geçirmiş olup cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 1. ve 3. ayda en az bir defa UBM görüntülemesi olan tüm ardışık olgular çalışmaya dahil edildi. Daha önce glokom cerrahisi geçirmiş olanlar, glokom dışında herhangi bir optik sinir patolojisi olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Gerekli ölçümler UBM görüntüleri üzerinden yapılıp veriler hasta dosyalarından geriye dönük olarak kaydedildi. Hastaların yaşı, cinsiyeti, ameliyat öncesi Goldmann Applanasyon Tonometri ile ölçülen GİB değerleri, günlük kullandıkları antiglokomatöz ajan sayısı, optik sinir bulguları (cup/disk oranı) ile beraber kullanılan cerrahi teknik, peroperatif gelişen herhangi bir komplikasyon, postoperatif 1. gün, 1. hafta, 1. ay ve 3. ay kontrollerine ait En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinlikleri (EİDGK) ve GİB değerleri, kullanılan ilaçlar, biyomikroskopik ön segment bulguları, fundus muayene bulguları, postoperatif dönemde gelişen komplikasyonlar ve cerrahi girişimler kaydedildi.

Cerrahi Teknik

Lokal ya da genel anestezi altında, saat 12'den korneal askı sütürü geçirilerek göz aşağı deviye edildi. Tüm olgularda 6-7 mm genişliğinde forniks tabanlı konjonktiva flebi kaldırıldı ve 0.2 mg/ml Mitomisin C (MMC) emdirilmiş sponjlar 2-3 dakika süreyle subkonjonktival alana uygulandı. MMC uygulanan alan en az 50 ml SF ile yıkanarak gerekli olgularda episkleral damarlar koterize edildi., Yarı skleral kalınlıklı, 3×4 mm boyutlarında dikdörtgen skleral flep hazırlandı. Parasentez yapılmasının ardından ön kamaraya karbakol ve viskoelastik madde enjekte edilerek 1×2 mm büyüklüğünde skleral blok ve trabekulum dokusu çıkarıldı ve periferik iridektomi açıldı. Skleral flep 2 adet köşelere ve gerek görülürse kenarlara olmak üzere 10/0 nylon sütür ile kapatıldı. Konjonktiva 10/0 nylon sütür ile sızdırmaz

şekilde dikildi. Ameliyat sonunda cerrahi sahanın 180° uzağından subkonjonktival deksametazon enjeksiyonu yapıldı.

Olguların hiçbirinde ameliyat sırasında komplikasyon görülmedi. Ameliyat sonrası anti- glokomatöz ilaçlar kesildi. Ameliyat sonrası ilk 1 hafta antibiyotik damla 5×1 ve 6 haftada azaltılarak kesilecek şekilde prednisolon asetat damla 6×1 başlandı, gereken vakalarda sikloplejik damla da kullanıldı. Hastalar postop 1. günde, 7-10. günde, 1. ayda, 6. veya 8. haftada, 3. ayda ve sonrasında 3 aylık aralıklarla takibe alındı.

UBM çekimi

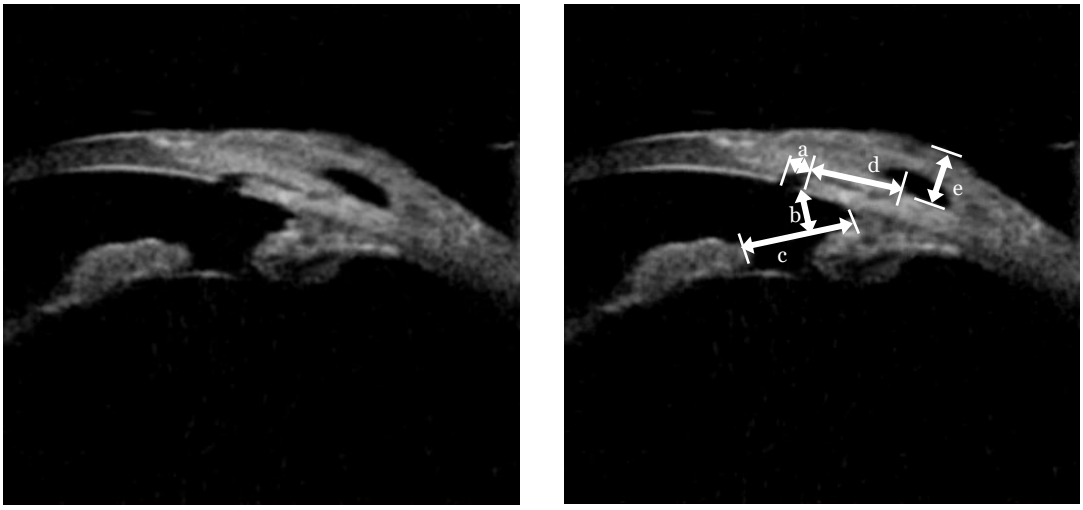
Hastaların preoperatif ve postoperatif 3. ay UBM çekimleri VuMax II cihazı (Sonomed, Inc., Lake Success, NY, ABD) ile gerçekleştirildi. Çekimlerde 35 MHz transduser kullanıldı. Loş ortamda, supin pozisyonda hazırlanan hastaların ameliyat yapılacak gözüne topikal anestezik ajan olarak %0,5'lik proparakain hidroklorid uygulamasından sonra, kapak aralığına uygun ebatta immersiyon kabı yerleştirildi. İmmersiyon 10 ml izotonik %0,9 NaCl çözelti ile sağlandı. Hastalara primer bakış pozisyonunda santral aksiyel ön segment görüntülemesi sonrasında, ön kamara açısının saat kadranlarıyla ifade edilen superior (saat 12), nazal (sağ gözde saat 3, sol gözde saat 9), inferior (saat 6) ve temporal (sağ gözde saat 9, sol gözde saat 3) kadranlarda aksiyel görüntülemelerine uygun bakış pozisyonları verilerek UBM çekimleri gerçekleştirildi. Postoperatif 3. ay çekimlerinde ilave olarak cerrahi alan üzerinde aksiyel ve transvers (transduser doğrultusu her iki gözde saat 3 kadranına dönük olacak şekilde) görüntülemeler yapıldı.

Hastaların elde edilen UBM görüntüleri üzerinden cihaz yazılımı kullanılarak parametre ölçümleri yapılıp kaydedildi. Santral aksiyel görüntülerde ön kamara derinliği, lens kalınlığı ve santral kornea kalınlığı parametreleri ölçülerek kaydedildi. Ön kamara açısına yönelik saat kadranlarından geçen aksiyel görüntülerde AOD500, ACA, TCPD, ICPD, ID, SCPA, siliyer cismin maksimum kalınlığı ve perilimbal kornea kalınlığı parametreleri ölçülerek kaydedildi. İris kökünün siliyer cisme insersiyon tipi, siliyer cismin anterior yüzeyi 3 eşit kadrana bölünüp değerlendirilerek, siliyer cismin tabanına yakın 1/3'lük kısmı yerleşimli olgular anterior, 1/3'lük orta kısmı yerleşimli olgular orta iris insersiyonlu olarak sınıflandırıldı. Cerrahi alan görüntülerinde internal ostiumun irise olan mesafesi, periferik iridektomi açıklığı,

internal ostium genişliği, skleral flebin anterior-posterior ve nazal-temporal kenar uzunlukları, bleb yüksekliği, skleral flep maksimum kalınlığı, bleb duvarı kalınlığı kaydedildi. Ölçümler, cerrahi alan ve periferik iridektominin en geniş olduğu yeri kapsayan aksiyel kesitten elde edildi. Ostium-iris mesafesi, ostiumun posterior kenarından iris arka yüzeyine çizilen dikme üzerinde, ostium ile iris ön yüzeyi arasında kalan mesafe olarak ölçüldü (**Resim 35**). Kalitatif ölçümlerde Yamamoto sınıflamasına göre bleb morfolojisi (hipoekojen, hiperekojen, düz, enkapsüle), bleb drenajı (posterior, nazal, temporal) değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizinde IBM® SPSS® 22.0 paket programı kullanıldı. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sayısal ölçümlerse ortalama ve standart sapma (gerekli yerlerde ortanca ve minimum - maksimum) olarak özetlendi. Öncesi / sonrası gibi bağımlı sayısal ölçümlerin karşılaştırılmasında, Wilcoxon Signed Rank testi kullanıldı. Bağımsız sayısal ölçümlerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Kategorik ölçümlerin kıyaslanmasında Ki Kare testi uygulandı, Sayısal ölçümlerin birbirleri arasındaki etkileşimi incelemek için Spearman korelasyon katsayısı ve ilgili ρ değeri elde edildi. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi 0.05 olarak alındı.



Resim 35: Cerrahi alanın incelenmesi.
Solda: Trabekülektomi alanından geçen aksiyel kesit. Sağda: a) İnternal ostium, b) Ostium-iris mesafesi, c) Periferik iridektomi açıklığı, d) Skleral flep anterior-posterior uzunluğu, e) Bleb yüksekliği.

BULGULAR

Demografik Bulgular

Yirmi üç hastanın 25 gözünün dahil edildiği çalışmada yaş ortalaması 61.9 ± 9.84 yıl idi. Çalışmaya katılan hastaların 19'u erkek (%82), 4'ü kadındı (%18). Gözlerin 12'si sağ (%48), 13'ü soldu (%52). Olguların 13'ünde (%52) primer açık açılı glokom (PAAG), 12'sinde (%48) psödoeksfolyatif glokom (PEG) mevcuttu. Santral kornea kalınlıkları ortalama 531,9 ± 0,02 µm idi. Preoperatif görme keskinlikleri 0.83 ± 0.86 logMAR idi. Hastaların demografik özellikleri **Tablo 3**'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Hastaların demografik özellikleri

Özellikler		N=25 göz
Yaş [Ort ± SS(yıl)]		61.9 ± 9.84
Cinsiyet [N, (%)]	Kadın	4 (18)
	Erkek	19 (82)
Göz tarafı [N, (%)]	Sağ	12 (48)
	Sol	13 (52)
Glokom tipi [N, (%)]	PAAG	13 (52)
	PEG	12 (48)
Santral kornea kalınlığı [Ort ± SS, (µm)]		531.9 ± 0.02
Preoperatif görme keskinlikleri [Ort ± SS, (logMAR)]		0.83 ± 0.86

PAAG: primer açık açılı glokom, PEG: pseudoeksfoliyatif glokom

Preoperatif Klinik Bulgular

Hastaların Goldmann Aplanasyon Tonometri (GAT) ile ölçülen preoperatif GİB değerleri 24.5 ± 6.57 mmHg idi. Hastalar ortalama 3.6 ± 0.9 ilaç kullanıyordu. Vertikal optik cup/disk oranı ortalama 0.8 ± 0.1 idi. Preoperatif retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlıkları OKT ölçümü ile 54.65 ± 22.2 µm olarak elde edildi. Hastaların preoperatik klinik özellikleri **Tablo 4**'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Preoperatif klinik bulgular

Klinik bulgular	Ortalama ± SS	Aralık (Range)
GAT ile GİB (mmHg)	24.5 ± 6.57	16-41
İlaç sayısı (ort.±SS)	3.6 ± 0.9	0-4
C/D oranı (vertikal)	0.8 ± 0.1	0.4-1.0
RSLT (µm)	54.65 ±22.2	23-103

GAT: Goldmann aplanasyon tonometrisi, GİB: Göz içi basıncı, C/D: çukurluk disk oranı, RSLT: Retina sinir lifi tabakası

UBM Bulguları

Hastaların UBM ile ölçülen preoperatif ön kamara derinliği (**ACD**), lens ön arka kalınlığı (LT) (sadece fakik olgularda) ile dört kadranın ayrı ayrı ve ortalamasıyla elde edilen **AOD500**, **ACA**, **TCPD**, **ID1**, **ICPD**, **SCPA**, siliyer cisim maksimum kalınlığı ve superior kadran perilimbal kornea kalınlıkları **Tablo 5**'te verilmiştir. Gözlerin 11'ünde (%44) anterior iris insersiyonu, 14'ünde (%56) normal iris insersiyonu görüldü. Gözlerin 23'ü (%92) fakik, 2'si (%8) psödofakik idi.

Tablo 5: Preoperatif UBM ölçümleri

UBM parametreleri Ortalama ± SS (Range)	**Superior**	**Temporal**	**İnferior**	**Nazal**	**Ortalama**
ACD (mm)	-	-	-	-	2.82 ± 0.5 (2.05-4.12)
LT (mm)	-	-	-	-	4.13 ± 0.43 (3.56 ± 5.09)
AOD500 (mm)	0.43 ± 0.21 (0.00-0.93)	0.54 ± 0.24 (0.12-1.14)	0.48 ± 0.21 (0.14-0.93)	0.49 ± 0.19 (0.21-0.99)	0.49 ± 0.2 (0.19-0.92)
ACA (derece)	38.6 ± 13.6 (0.00-61.7)	45.1 ± 12.3 (13.5-66.3)	41.7 ± 12.6 (15.6-61.7)	43.0 ± 10.5 (22.7-63.2)	42.5 ± 11.3 (20.8-61.3)
TCPD (mm)	1.01 ± 0.16 (0.68-1.37)	1.05 ± 0.15 (0.64-1.30)	1.03 ± 0.15 (0.70-1.32)	1.07 ± 0.10 (0.91-1.33)	1.04 ± 0.12 (0.75-1.22)
ID1 (mm)	0.43 ± 0.08 (0.25-0.62)	0.40 ± 0.06 (0.27-0.52)	0.42 ± 0.05 (0.33-0.52)	0.42 ± 0.05 (0.31-0.54)	0.42 ± 0.05 (0.33-0.51)
ICPD (mm)	0.22 ± 0.08 (0.00-0.42)	0.19 ± 0.07 (0.00-0.31)	0.22 ± 0.08 (0.08-0.46)	0.21 ± 0.05 (0.08-0.39)	0.21 ± 0.05 (0.10-0.35)
SCPA (derece)	57.1 ± 6.1 (48.1-74.2)	58.4 ± 4.1 (52.8-65.7)	59.1 ± 5.1 (48.8-66.5)	59.7 ± 6.7 (44.3-72.8)	58.6 ± 3.9 (52.1-67.9)
Siliyer cisim (max) (mm)	1.28 ± 0.15 (1.03-1.65)	1.33 ± 0.18 (1.12-1.86)	1.32 ± 0.21 (0.92-1.67)	1.21 ± 0.14 (0.98-1.46)	1.29 ± 0.14 (1.06-1.59)
Perilimbal kornea kalınlığı (mm)	-	-	-	-	0.70 ± 0.03 (0.66-0.77)

ACD: Ön kamara derinliği, LT: Lens ön-arka kalınlığı, AOD500: Açı açılış mesafesi, ACA: Ön kamara açısı, TCPD: Trabekül-siliyer cisim mesafesi, ID1: İris kalınlığı, ICPD: İris-siliyer cisim mesafesi, SCPA: Sklera-siliyer cisim açısı.

Klinik Seyir

Çalışmada yer alan hastaların preoperatif GİB ölçümleri ile postoperatif 1. hafta, 1. ay ve 3. ay GİB ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur (**Grafik 1**) (p<0.001). Preoperatif kullanılan ilaç sayısı ve postoperatif 1. hafta, 1. ay ve 3. ay kullanılan ilaç sayısı arasında anlamlı fark bulunmuştur (*p*<0.001). Preoperatif ve postoperatif görme keskinlikleri benzer bulunmuştur (*p*>0.05) (**Tablo 6**).

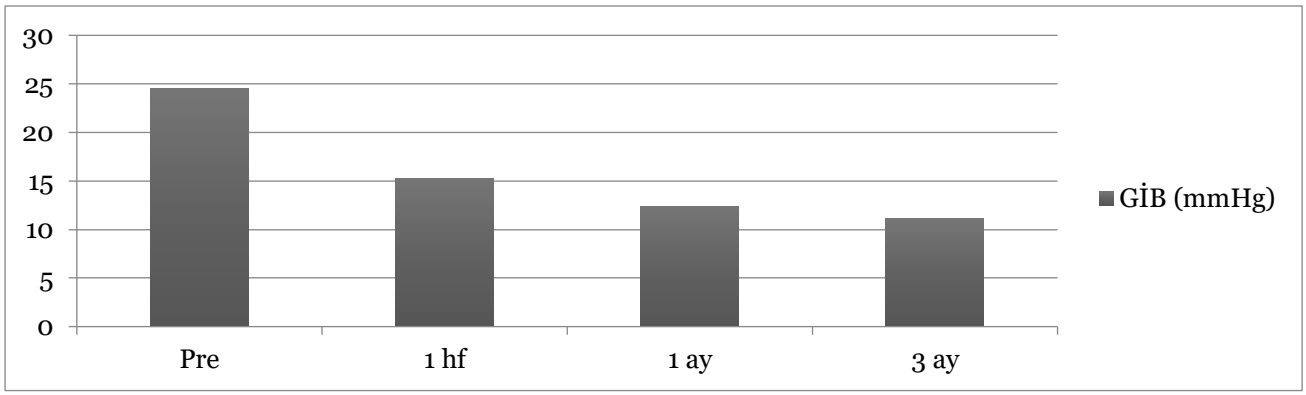
Tablo 6: Olguların klinik bulguları

Klinik bulgular	Preoperatif	Postoperatif			
		1. hafta	1. ay	3. ay	*p* değeri
EİDGK (logMAR)	0.83 ± 0.86	0.85 ± 0.67	0.90 ± 0.78	0.84 ± 0.62	0.939
GİB (mmHg)	24.5 ± 6.57	15.3 ± 8.2	12.4 ± 5.7	11.1 ± 4.4	<0.001
İlaç sayısı (N)	3.6 ± 0.9	0.14 ± 0.45	0.30 ± 0.63	0.61 ± 0.98	<0.001

EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (logMAR), GİB: Göz içi basıncı

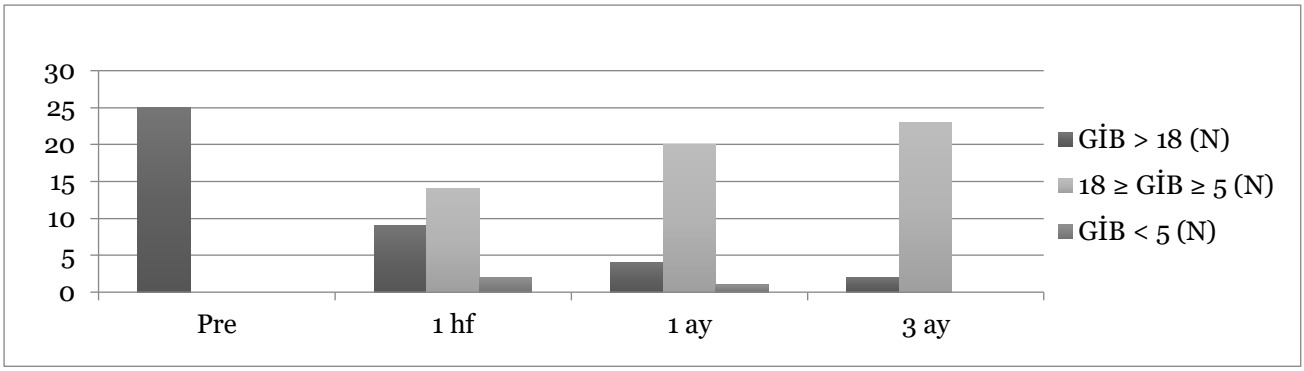
Postoperatif 1. haftada 14 gözün (%56) GİB'i regüle iken (5-18 mmHg), 2 gözde (%8) hipotoni (GİB<5 mmHg) gelişmiş, 9 gözde yüksek GİB (>18 mmHg) görülmüştür. Postoperatif yüksek GİB görülen hasta grubunun 7'sine (%77) lazer sütürolizis işlemi yapılmış, aynı işlem regüle GİB grubunda 2 hastaya (%16) uygulanmıştır. Postoperatif 1. ayda 20 gözün (%80) GİB'i regüle iken 1 gözde (%4) hipotoni görülmüş, 4 gözün (%16) GİB değerleri yüksek seyretmiştir. GİB'i yüksek seyreden 4 gözün 2'sinde enkapsülasyon mevcuttu, bu olgulara mitomisin C'li bleb iğneleme yapıldı. Postoperatif 3. ayda 23 gözün (%80) GİB değerleri ilaçlı veya ilaçsız regüle iken (5-18 mmHg), 2 gözün ise (%8) yüksek GİB değerlerine sahip olduğu görüldü (**Grafik 2**). Bu iki gözden biri enkapsüle bleb, diğeri düz blebe sahipti.

Grafik 1: Hastaların preoperatif ve postoperatif göz içi basınç ortalama değerleri



GİB: Göz içi basıncı (mmHg), Pre: Preoperatif, 1 hf: Postoperatif 1. hafta.

Grafik 2: Hastaların göz içi basıncı değerlerinin mmHg cinsinden gruplanması



Pre: Preoperatif, 1 hf: Postoperatif 1. hafta, GİB: Göz içi basıncı

İlaçsız regüle GİB değerlerine sahip 13 hasta (%52) cerrahi sonrası tam başarılı, ilaçlı regüle 10 hasta (%40) kısmi başarılı, ilaçlı veya ilaçsız hiperton (GİB>18 mmHg) bulunan 2 hasta (%8) başarısız kabul edildi.

Olguların postoperatif gelişen komplikasyonları ve yapılan müdahaleler **Tablo 7**'de verilmiştir.

Tablo 7: Komplikasyonlar ve yapılan müdahaleler

Komplikasyon	N (%)	Müdahale	N (%)
Sıkı flep	13 (52)	Dijital masaj	2 (8)
		Sütürolizis	13 (52)
Konjunktiva sızıntısı	3 (12)	Konjunktival sütürasyon	2 (8)
		Kapama	1 (4)
Overfiltrasyon	1 (4)	Medikal tedavi	1 (4)
		Bleb revizyonu	-
Koroid dekolmanı	1 (4)	Ön kamaraya viskoelastik verilmesi	1 (4)
Enkapsülasyon (toplam)	3 (12)	Medikal tedavi	1 (4)
		MMC'li bleb iğneleme	2 (8)
Flep içine iris inkarserasyonu	1 (4)	Cerrahi revizyon	1 (4)
Enfeksiyon (blebit/endoftalmi)	-	-	-

MMC: Mitomisin C.

UBM ile Ölçülen Ön Segment Değişimleri

Hastaların UBM ölçümü ile preoperatif ve postoperatif 3. ay ön segment parametrelerinin incelenmesinde **ACD**, **AOD500**, **ACA**, **ID1**, **ICPD**, ve siliyer cisim kalınlıkları ortalama değerlerinde anlamlı değişim görülmezken (tümü için $p>0.05$), **TCPD** ve **SCPA** değerlerinde anlamlı artış olduğu görüldü ($p=0.044$ ve $p=0.027$). Kadranlar ayrı olarak incelendiklerinde, **SCPA** değerindeki anlamlı artış temporal ve inferior kadranlarda da izlendi. Ön segment parametrelerindeki postoperatif 3. ay değişiklikleri **Tablo 8**'de gösterilmiştir.

Tablo 8: Postoperatif 3. ay UBM ölçümü ile elde edilen ön segment parametreleri

UBM parametreleri, Ort ± SS (Aralık)	**Preoperatif**	**Postoperatif 3. ay**	***p***
ACD (mm)	2.82 ± 0.5 (2.05-4.12)	2.81 ± 0.6 (1.72-4.14)	0.940
AOD500 (mm)	0,49 ± 0,2 (0.19-0.92)	0.51 ± 0.1 (0.22-0.95)	0.496
ACA (derece)	42,5 ± 11,3 (20.8-61.3)	44.4 ± 9.3 (23.5-62.2)	0.328
TCPD (mm)	1.04 ± 0.12 (0.75-1.22)	1.09 ± 0.16 (0.66-1.40)	**0.044**
ID1 (mm)	0.42 ± 0.05 (0.33-0.51)	0.43 ± 0.05 (0.33-0.54)	0.321
ICPD (mm)	0.21 ± 0.05 (0.10-0.35)	0.22 ± 0.06 (0.11-0.37)	0.633
SCPA (derece)	58.6 ± 3.9 (52.1-67.9)	60,8 ± 3,8 (48,6-66,6)	**0.027**
Siliyer cisim kalınlığı (mm)	1.29 ± 0.14 (1.06-1.59)	1.31 ± 0.18 (0.99-1.68)	0.349

ACD: Ön kamara derinliği, AOD500: Açı açılış mesafesi, ACA: Ön kamara açısı, TCPD: Trabekülum-siliyer cisim mesafesi, ID1: İris kalınlığı, ICPD: İris-siliyer cisim mesafesi, SCPA: Sklera-siliyer cisim açısı

UBM ile Cerrahi Alan Değerlendirilmesi

Trabekülektomi cerrahi alanının postoperatif 3. ayda yapılan UBM görüntülemesinde **internal ostium genişliği**, **ostium-iris mesafesi**, **periferik iridektomi açıklığı**, **skleral flebin boyutları (anterior-posterior, temporal-nazal, kalınlık)**, ve **bleb yüksekliği** ölçümleri kantitatif olarak yapılmış, **bleb drenajı** posterior, temporal ve nazal olmak üzere incelenmiş, son olarak bleb fonksiyonu Yamamoto tarafından belirlenen sınıflama sistemiyle sınıflanmıştır.[120] Cerrahi alan parametreleri **Tablo 9**'da verilmiştir.

Tablo 9: Trabekülektomi alanının UBM ile ölçülen parametreleri.

Cerrahi alan parametreleri	Postoperatif 3. ay
İnternal ostium genişliği (mm) Ort ± SS (Aralık)	0.59 ± 0.20 (0.14-1.08)
Ostium-iris mesafesi (mm) Ort ± SS (Aralık)	0.45 ± 0.19 (0.06-0.79)
Periferik iridektomi genişliği (mm) Ort ± SS (Aralık)	1.45 ± 0.38 (0.74-2.22)
Skleral flep (antero-posterior) (mm) Ort ± SS (Aralık)	1.88 ± 0.42 (1,06-2,80)
Skleral flep (temporo-nazal) (mm) Ort ± SS (Aralık)	4.01 ± 0.53 (3.04-5.30)
Skleral flep kalınlığı (mm) Ort ± SS (Aralık)	0.44 ± 0.09 (0.25-0.64)
Bleb yüksekliği (mm) Ort ± SS (Aralık)	1.35 ± 0.42 (0.44-2.13)
Bleb drenajı (posterior/temporal/nazal) [N (%)]	1 yol: 8 (32) 2 yol: 10 (40) 3 yol: 7 (28)
Bleb sınıflaması (Yamamoto) [N (%)]	L: 18 (72) H: 3 (12) E: 2 (8) F: 2 (8)

Yamamoto sınıflaması: L: hipoekojen, H: hiperekojen, E: enkapsüle, F: düz.

Alt Grup Analizleri

Alt grup analizi için preoperatif **ACA** 40° ve **SCPA** ortanca değer sınır alınarak iki grup oluşturuldu (**Tablo 10**). Ayrıca, postoperatif cerrahi alana ait **internal ostium genişliği**, **ostium-iris mesafesi** ve **skleral flep antero-posterior uzunluğu** ölçümleri ortanca değerlerinden ikişer gruba ayrıldı. Alt grup

analizine **iris insersiyonuna** göre ayrılan iki grup da (**yüksek** ve **orta**) dahil edildi (**Tablo 11**).

Alt grup analizlerinde:

1. **Postoperatif 3. ay ACD değerinde:**
   a) Ostium-iris mesafesinin ortanca değerin altında olduğu grupta **anlamlı bir azalma** (Tablo 11),
2. **Postoperatif 3. ay ACA değerinde:**
   a) ACA'nın 40°'nin altında olduğu grupta **anlamlı bir artış** (Tablo 10),
3. **Postoperatif 3. ay AOD500 değerinde:**
   a) Orta iris insersiyonlu grupta,
   b) Ostium-iris mesafesinin ortanca değerin üstünde olduğu grupta **anlamlı bir artış** (Tablo 11),
4. **Postoperatif 3. ay TCPD değerinde**:
   a) ACA'nın 40°'nin altında olduğu grupta,
   b) Orta iris insersiyonlu grupta,
   c) Ostium genişliğinin ortanca değerin üstünde olduğu grupta,
   d) Ostium-iris mesafesinin ortanca değerin üstünde olduğu grupta **anlamlı bir artış** (Tablo 10 & 11),
5. SCPA değerinde:
   a) ACA'nın 40°'nin altında olduğu grupta,
   b) SCPA'nın ortanca değerin altında olduğu grupta,
   c) Ostium-iris mesafesinin ortanca değerin üstünde olduğu grupta,
   d) Skleral flep antero-posterior uzunluğunun ortanca değerin (1.93 mm) altında olduğu grupta **anlamlı bir artış** görülmüştür (Tablo 10 & 11).

Tablo 10: UBM ile ölçülen ön segment parametrelerinin alt gruplardaki değişimi (preoperatif ön segment ölçümleri).

UBM parametreleri		AOD500			ACA			TCPD			ICPD			SCPA		
		Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p
ACA (derece)	< 40,0 N=7	0.26 ± 0.08	0.43 ± 0.13	**0.028**	28.5 ± 6.6	39.9 ±9.1	**0.028**	0.93 ± 0.12	1.02 ± 0.21	0.091	0.22 ± 0.07	0.21 ± 0.06	0.672	56.3 ± 3.2	62.0 ± 3.0	**0.028**
	≥ 40,0 N=18	0.58 ± 0.17	0.55 ± 0.17	0.653	48.0 ± 7.2	46.2 ± 9.0	0.619	1.09 ± 0.09	1.12 ± 0.14	0.177	0.21 ± 0.05	0.22 ± 0.06	0.616	59.5 ± 3.9	60.4 ± 4.1	0.327
SCPA (derece)	< 58,3 N=12	0.45 ± 0.19	0.46 ± 0.13	0.248	39.8 ± 11.2	41.9 ± 8.3	0.286	1.01 ± 0.12	1.04 ± 0.17	0.209	0.22 ± 0.06	0.22 ± 0.05	0.346	55.6 ± 1.8	60.0 ± 4.2	**0.012**
	≥ 58,3 N=13	0.54 ± 0.20	0.57 ± 0.19	0.944	45.5 ± 11.0	47.0 ± 9.9	0.807	1.08 ± 0.11	1.14 ± 0.14	0.087	0.21 ± 0.04	0.23 ± 0.07	0.442	61.9 ± 2.8	61.8 ± 3.2	0.972

ACD: Ön kamara derinliği, AOD500: Açı açılış mesafesi, ACA: Ön kamara açısı, TCPD: Trabekülum-siliyer cisim mesafesi, ICPD: İris-siliyer cisim mesafesi, SCPA: Sklera-siliyer cisim açısı.

Tablo 11: UBM ile ölçülen ön segment parametrelerinin alt gruplardaki değişimi (cerrahi alan parametreleri).

UBM parametreleri		ACD			AOD500			ACA			TCPD			SCPA		
		Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p	Preoperatif	Post. 3. ay	p
İris insersiyo	orta N=14	2.92 ± 0.52	2.96 ± 0.60	0.975	0.51 ± 0.15	0.57 ± 0.17	**0.026**	44.5 ± 7.8	47.8 ± 8.2	**0.035**	1.07 ± 0.11	1.11 ± 0.14	**0.048**	58.9 ± 4.6	61.2 ± 4.7	0.109
	yüksek N=11	2,70 ± 0,56	2,63 ± 0,56	0.182	0.47 ± 0.26	0.44 ± 0.14	0.333	40.0 ± 14.6	40.0 ± 9.3	0.646	1.02 ± 0.14	1.06 ± 0.19	0.248	58.3 ± 3.0	60.4 ± 2.5	0.110
Ostium genişliği (mm)	< 0,55 N=13	2,76 ± 0,51	2,66 ± 0,54	0.100	0.48 ± 0.24	0.48 ± 0.16	0.889	41.3 ± 13.4	42.2 ± 10.3	0.972	1.03 ± 0.14	1.06 ± 0.21	0.552	57.7 ± 3.0	59.7 ± 4.1	0.075
	≥ 0,55 N=12	2,89 ± 0,59	3,00 ± 0,61	0.556	0.50 ± 0.16	0.55 ± 0.17	0.091	43.9 ± 8.8	46.7 ± 7.8	0.091	1.06 ± 0.11	1.13 ± 0.10	**0.008**	59.6 ± 4.7	62.1 ± 3.1	0.182
Ostium-iris mesafesi (mm)	< 0,44 N=13	2,86 ± 0,61	2,72 ± 0,68	**0.013**	0.51 ± 0.24	0.47 ± 0.15	0.552	42.6 ± 13.4	42.4 ± 9.4	0.701	1.04 ± 0.15	1.04 ± 0.18	0.972	58.9 ± 4.3	60.0 ± 4.2	0.311
	≥ 0,44 N=12	2,78 ± 0,47	2,92 ± 0,49	0.135	0.48 ± 0.17	0.55 ± 0.18	**0.045**	42.5 ± 9.0	46.5 ± 9.1	0.050	1.05 ± 0.10	1.15 ± 0.12	**0.005**	58.3 ± 3.7	61.8 ± 3.2	**0.034**
Skleral flep (AP) (mm)	< 1,93 N=13	2,85 ± 0,63	2,84 ± 0,70	0.221	0.50 ± 0.21	0.52 ± 0.19	0.753	42.8 ± 11.9	44.1 ± 10.4	0.861	1.04 ± 0.12	1.07 ± 0.19	0.208	56.6 ± 3.3	60.4 ± 4.3	**0.023**
	≥ 1,93 N=12	2,79 ± 0,45	2,80 ± 0,47	0.694	0.48 ± 0.19	0.51 ± 0.14	0.306	42.2 ± 11.1	44.7 ± 8.4	0.328	1.05 ± 0.13	1.11 ± 0.14	0.117	60.8 ± 3.5	61.4 ± 3.3	0.814

ACD: Ön kamara derinliği, AOD500: Açı açılış mesafesi, ACA: Ön kamara açısı, TCPD: Trabekülum-siliyer cisim mesafesi, SCPA: Sklera-siliyer cisim açısı.

Olgular, cerrahi blebin nazal, temporal ve posterior kenarlarından olmak üzere 3 yoldan drenaj sayısına göre sınıflandırıldı. Bir yoldan drene olan olgular Grup I, 2 ve 3 yoldan drene olanlar Grup II olarak ayrıldı. Yamamoto sınıflamasına göre L tipi blebler Grup A olarak, H, E ve F tipi blebler Grup B olarak ayrıldı. Gruplar arasında yapılan kategorik analizde bleb drenajı ile bleb ekojenitesinin istatistiksel olarak anlamlı bir uyumlulukta olduğu görüldü (p=0.001). Olguların bleb drenajı, Yamamoto bleb ekojenitesi ve cerrahi başarıya göre sınıflandırılması **Tablo 12**'de verilmiştir. Primer açık açılı glokom grubu ile psödoeksfolyatif glokom grubu arasında bleb drenajı ile ekojenitesi yönünden anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05).

Tablo 12: Bleb drenajının bleb ekojenitesi ve cerrahi başarı yüzdeleri ile karşılaştırılması.

Bleb drenajı [N, (%)]		Bleb yüksekliği (mm)	Bleb ekojenitesi (Yamamoto) [N, (%)]				Cerrahi Başarı [N, (%)]		
			L	H	E	F	Tam	Kısmi	Başarısız
1	8 (32)	1.26 ± 0.56	2 (8)	2 (8)	2 (8)	2 (8)	3 (12)	3 (12)	2 (8)
2	10 (40)	1.29 ± 0.35	9 (36)	1 (4)	0	0	5 (20)	5 (20)	0
3	7 (28)	1.54 ± 0.22	7 (28)	0	0	0	5 (20)	2 (8)	0

L: hipoekojen, H: hiperekojen, E: enkapsüle, F: düz.

Preoperatif ön segment parametreleri arasındaki korrelasyon analizinde, AOD500 ile TCPD ve ACD arasında (ρ=0.750, p<0.001 ve ρ=0.676, p<0.001) pozitif korrelasyon, AOD500 ile SCPA arasında (ρ=0.487, p=0.014) zayıf pozitif korrelasyon, ACD ve TCPD arasında (ρ=0.601, p<0.001) pozitif korrelasyon saptandı.

Cerrahi alan parametrelerinin kendi aralarındaki korrelasyon analizinde, ostium genişliği ve skleral flep kalınlığı ile bleb yüksekliği arasında (ρ=-0.408, p=0.043 ve ρ=-0.464, p=0.020) zayıf negatif korrelasyon saptandı.

Preoperatif ve postoperatif 3. ay arası ön segment parametrelerindeki değişimlerin korrelasyon analizinde, ACD ve TCPD değişimleri arasında (ρ=0.511, p=0.009) pozitif korrelasyon, AOD500 ve TCPD değişimleri arasında (ρ=0.465, p=0.019) pozitif korrelasyon saptandı.

Preoperatif ön segment parametreleri ile bu parametrelerin postoperatif 3. aya gelindiğinde uğradığı değişim miktarı arasındaki korrelasyon analizinde, AOD500 değeri ile AOD500 değişimi arasında (ρ=-0.526, p=0.007) negatif korrelasyon, ICPD

değeri ile ICPD değişimi arasında (ρ=-0.559, *p*=0.004) negatif korrelasyon, SCPA değeri ile SCPA değişimi arasında (ρ=-0.617, *p*=0.001) negatif korrelasyon saptandı.

Cerrahi alan parametreleri ile preoperatif ve postoperatif 3. ay arası ön segment parametrelerindeki değişim arasındaki korrelasyon analizinde, ostium-iris mesafesi ile ACD değişimi arasında (ρ=0.538, *p*=0.006) pozitif korrelasyon, ostium-iris mesafesi ile AOD500 ve TCPD değişimi arasında (ρ=0.402, *p*= 0.047 ve ρ=0.466, *p*=0.019) zayıf pozitif korrelasyon, periferik iridektomi açıklığı ile SCPA değişimi arasında (ρ=0.538, *p*=0.006) pozitif korrelasyon saptandı.

TARTIŞMA

Göz içi basıncını düşürmeye yönelik yapılan glokom cerrahi prosedürleri arasında trabekülektomi halen primer cerrahi tedavi olma konumunu korumaktadır. Ancak trabekülektomi, cerrahiyle oluşturulan filtran blebin hipo/hiperfonksiyonu, ön kamara sığlaşması, bleb sızdırması ve diğer birçok komplikasyonun görülebileceği bir cerrahidir,[121] bu nedenle istenilen GİB düşüşünün ön kamara ve bleb morfolojisinin uygun şekilde takibiyle sağlanması gerekmektedir. Gerekli takip, klinik muayenenin yanı sıra ön segment görüntüleme yöntemleriyle de sağlanmaktadır. Ultrason biyomikroskopisi (UBM), ön segment ultrasonografi ile beraber (AS-OCT) glokom cerrahisi sonrası başvurulan başlıca yöntemlerdendir.[122]

Trabekülektomi cerrahisinin postoperatif takibinde UBM yöntemi ile incelenen başlıca alanlar bleb morfolojisi ile ön segmentin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi üzerine olmakla beraber, literatürde yer alan çalışmalar daha çok filtran bleb morfolojisinin kalitatif değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır.

Bleb morfolojisi

Bleb morfolojisi, Yamamoto ve ark. tarafından 117 göze yapılan bir çalışmada[120], 1) skleral yolağın varlığı, 2) blebin internal reflektivitesi ve 3) bleb içi kistik oluşumlar yönünden incelenmiş, filtran blebler internal reflektivite özelliklerine göre 4 grupta sınıflandırılmıştır:

L tipi: hiporeflektif

H tipi: hiperreflektif

E tipi: enkapsüle

F tipi: düz.

Hiperreflektivite için değerlendirilen UBM görüntüsündeki sklera yansıması, hiporeflektivite için çalışmada standart kabul edilen bir UBM görüntüsündeki bleb içi yansıma temel alınarak yapılan çalışmada, ilaçsız GİB kontrolü sağlanan 82

hastanın 79'unda (%96) L tipi bleb, 3'ünde de her biri 1'er tane olmak üzere H, E ve F tipi blebler görülmüştür. L tipi bleb daha çok primer (açık açılı/açı kapanmalı) glokom tanılı hastalarda görülürken, E ve F tipi blebler sekonder glokomlu hastalarda daha sık görülmüştür. Yamamoto'nun çalışmasında değindiği hiporeflektif bleblerin prognozunun daha başarılı olması, sonrasında AS-OCT ile yapılan bleb duvarı incelemelerinde gösterilen duvar içi aköz sıvı varlığına bağlı bleb fibrozisinin gecikmesiyle açıklanmakta,[123] buna bağlı olarak multiform duvar yapısındaki bleblerin uniform yapıda bleblere kıyasla daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.[123]

Bleb morfolojisine dayanarak bleb fonksiyonu belirlemeye yönelik olarak McWhae ve ark.[124] ile Avitabile ve ark.[125] tarafından yapılan çalışmalarda da blebler internal reflektivite ve skleral yolaklarına göre iyi, orta ve zayıf olmak üzere 3 grup halinde sınıflanmış, her iki çalışmada da UBM sınıflamasının GİB kontrolü ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Premy ve ark.[126] tarafından yapılan çalışmada salt filtran cerrahi ile (16 non-penetran derin sklerektomi, 13 trabekülektomi) kombine katarakt + glokom cerrahisi yapılan (n=17) olgularda postoperatif UBM görüntüleme yapılarak iki grup arasındaki ve salt filtran cerrahi grubu içindeki bleb fonksiyonu Yamamoto sınıflaması ile incelenmiştir. Toplam 46 gözün incelendiği çalışmada gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.[126]

Çalışmamızda tam cerrahi başarı sağlanan 13 hastanın 12'sinde (%92) L tipi bleb morfolojisi gözlenmiş, bu açıdan Yamamoto'nun çalışmasıyla uyumlu sonuç elde edilmiştir. Çalışmamızda bleb ekojenitesi yanında, skleral flebin posterior, nazal ve temporal kenarlarından drenaj olup olmamasına göre gruplama yapılmış, bleb drenaj miktarı ile bleb ekojenitesi karşılaştırılmıştır. Tek yoldan drene olan 8 blebin 2'si L, 2'si H, 2'si E ve 2'si F tipi iken, 2 yoldan drene olanların 9'u L, 1'i H tipi görülmüş, 3 yerden drene olan 7 blebin tamamı L tipi gözlenmiş, bleb drenaj miktarı ile L tipi bleb morfolojisi uyumlu görülmüştür (p=0.001). Bu sonuçlara göre, cerrahi etkinliğin değerlendirilmesinde bleb morfolojisinin yanı sıra bleb drenaj miktarının incelenmesi de önemli bilgiler elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

Ön segment değişiklikleri

Literatürde trabekülektomi cerrahisi sonrası ön segmentte meydana gelen kantitatif değişikliklerle ilgili, bleb morfolojisine nazaran daha kısıtlı sayıda yayın

bulunmaktadır. Martinez-Bello ve ark.[127] tarafından yapılan çalışmada, primer açık açılı ve psödoeksfolyatif glokom tanılı 33 hastanın trabekülektomi (n=17) ve kombine katarakt + trabekülektomi (n=16) cerrahisi sonrası ön segment parametrelerindeki değişim incelenmiştir.[127] Çalışmada sadece trabekülektomi yapılan grupta AOD500 değerinde anlamlı artış gözlenmiş, ACD değerindeki değişim anlamlı bulunmamış; kombine cerrahi yapılan grupta ise her iki parametredeki değişim anlamlı bulunmuştur. Park ve ark.[128] tarafından yapılan çalışmada daha kapsamlı ölçümler yapılmış, Pavlin ve ark.[64] tarafından daha önce belirlenen parametreler incelenmiştir. Primer açı kapanması glokomu tanısı alan 56 hastanın 26'sına trabekülektomi, 29'una üçlü kombine cerrahi uygulanmış, ACD, ACA (yayında geçen adıyla TIA: trabecular iris angle), AOD500, TCPD, ICPD, ID1, SCPA, SIA (sklera-iris açısı) ve ARA (açı reses alanı [angle recess area]) değişimleri incelenmiştir. Çalışmada üçlü cerrahi yapılan grupta ACD, AOD500, TCPD, TIA, SCPA, SIA ve ARA parametrelerinde anlamlı artış (p<0.001) gözlenirken, trabekülektomi grubunda sadece ACD, AOD500 ve ARA parametrelerindeki artış (p<0.05) anlamlı bulunmuştur.

Çalışmamızda yer alan olgular Martinez-Bello ve ark. tarafından yapılan çalışmanın olgularına benzer şekilde primer açık açılı glokom (n=13) ve psödoeksfolyatif glokom (n=12) tanılı hastalardan oluşmaktadır. Pavlin ve ark. tarafından belirlenen parametreler incelendiğinde, çalışmamızda SCPA ve TCPD değerlerinde postoperatif 3. ayda anlamlı bir artış (p=0.023 ve p=0.044) saptanmış, ACD, AOD500 ve diğer parametrelerde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Kadranlar ayrı incelendiğinde SCPA'daki anlamlı artış 2 kadranda görülmektedir (temporal ve inferior). Alt grup incelemelerinde ise AOD500 ve TCPD parametrelerinde anlamlı değişmelerle birlikte, SCPA değişiminin belirginleştiği özel durumlar ortaya çıkmaktadır.

Genel ortalamada anlamlı değişimin sergilenmediği AOD500 değeri, ön kamara açısının normalden dar kabul edildiği değerin altında kalan alt grupta postoperatif 3. ayda anlamlı bir artış göstermektedir (p=0.028). AOD500'deki artış orta iris insersiyonlu alt grupta da anlamlıdır (p=0.023)

SCPA değişimlerinin belirginleştiği alt gruplar AOD500, ACA ve SCPA'nın preoperatif medyan değeri altında olduğu, ön kamara açısının ortalama değerden daha dar olduğuna işaret eden alt gruplar (p=0.028, p=0.028 ve p=0.012) göze

çarpmaktadır. AOD 500 ve SCPA değişiminin preoperatif dönemdeki ön kamara açısı daraldıkça daha belirgin hale gelmesi korrelasyon analizi bulgularıyla desteklenmektedir.

Çalışmamızda elde edilen veriler yorumlandığında, özellikle ön kamara açısı ve skleral açılanmanın normalden daha dar olduğu alt gruplarda, trabekülektomi cerrahisi sonrası bahsi geçen yapılarda genişleme gözlemlenmektedir. Ancak ön kamara ve siliyer cisim açılanmalarının birbirinden bağımsız ya da birbiriyle ilişkili olarak genişleyip genişlemediği üzerine incelemeler yapılması gerekmektedir.

Cerrahi alanın incelenmesi

Literatürde trabekülektomi cerrahi alanının incelendiği çalışmalar mevcuttur. Grigera ve ark.[129] tarafından yapılan çalışmada trabekülektomi sonrası erken dönem ön kamara sığlaşması gelişen 15 gözde internal ostium genişliği ve çevre dokuların mevcut klinik durum ile ilişkisi incelenmiştir. Gözler 3 gruba ayrılmış, pupil kenarına kadar iris teması olan Grup 2 ve lens-kornea teması olan Grup 3'te yer alan 12 hastanın 12'sinde siliyokoroidal efüzyon, 12'sinde küçük internal ostium açıklığı (< 100µm), 6'sında ostium komşuluğunda lens, 3'ünde ostium içinde iris dokusu, 3'ünde ostium içinde siliyer proses tespit edilmiştir. Çalışmamızda cerrahi alana ait internal ostium genişliğinin yanı sıra, ostium-iris mesafesi, skleral flep boyutları ve periferik iridektomi açıklığı gibi yeni parametreler incelenmiştir.

Çalışmamızdaki hasta grubu Grigera ve ark.[129] çalışmasındaki sığ ön kamara gelişen hasta grubuyla benzerlik göstermemektedir. Ancak çalışmamızda internal ostium genişliği ve skleral flep kalınlığı ile bleb yüksekliği arasında zayıf negatif korrelasyon görülmesi, ostiumun cerrahi sırasında dar tutulması ve skleral flebin ince hazırlanması ile yeterli bleb drenajı sağlanabileceği şeklinde yorumlanabilir. Bu sonuç, ostium anatomisi ile postoperatif hipotoni arasında anlamlı bir ilişki görülmemesi ile birlikte, Grigera ve ark. çalışmasındaki Grup 2 ve 3'te yer alan tüm hastalarda ostiumun küçük olması sonucuyla kısmen uyumlu olarak değerlendirilebilir. Öte yandan ostium genişliği ve ostium-iris mesafesinin bleb drenajı olan yolak sayısı ve bleb ekojenitesine yönelik anlamlı yönde bir etkisi çalışmamızda saptanmamıştır.

Çalışmamızda ayrıca, cerrahi alana ait bazı özelliklerin ön segmentteki postoperatif değişikliklerle ilişkisine yönelik bazı sonuçlar göze çarpmaktadır. Genel

ortalamada değişiklik saptanmayan ACD parametresinde ostium-iris mesafesinin medyan değerin altında kalan alt grubunda anlamlı bir azalma gözlenmektedir (p=0.013). Yine genel ortalamada değişiklik göstermeyen AOD500 parametrelerinde de ostium-iris mesafesinin medyan değerden yüksek olduğu alt grupta anlamlı bir artış görülmektedir (p=0.045).

Genel ortalamada artış görülen TCPD değerindeki değişim, ostium genişliği ve ostium-iris mesafesinin medyan değerden yüksek olduğu alt gruplarda belirginleşmekte (p=0.008 ve p=0.005), ayrıca ostium-iris mesafesi ile TCPD değişimi arasında pozitif korrelasyon bulunması (p=0.019) bu bulguyu desteklemektedir. SCPA değişimleri de ostium-iris mesafesinin medyan değerin üzerinde kaldığı grupta (p=0.034) ve skleral flep anteroposterior uzunluğunun medyan değerin altında kaldığı grupta (p=0.023) belirgin olmaktadır. Bir diğer bulgu, periferik iridektomi genişliği ile SCPA değişimi arasında pozitif korrelasyon olduğu yönündedir. Ancak periferik iridektomi ölçümü tek kesitte yapılabildiği için bu ölçüm ile iridektomi alanı ile ilgili sağlıklı bir yorum yapmak mümkün görünmemektedir.

AOD500, TCPD ve SCPA değerlerindeki artış, ICPD değerinde değişim görülmemesiyle beraber yorumlandığında, trabekülektomi cerrahisi sonrası siliyer cismin posterior açılanma yaparak ön kamara açısında genişlemeyi tetiklemekte olabileceğini düşündürmektedir. Bu açıdan bakıldığında çalışmamız, Park ve ark.[128] tarafından elde edilen bulgulardan farklılık göstermekte, trabekülektominin katarakt cerrahisi yapılmaksızın ön kamara ve siliyer cisim açılanmasında genişleme yapabileceği yönünde sonuçlar vermektedir. Ayrıca skleral flep uzunluğu, periferik iridektomi açıklığı ve internal ostiumun konumu, siliyer cismin postoperatif dönemde posteriora yöneliminde etkili parametreler olarak görülmektedir. Bu bulgular, plato iris sendromu gibi etyolojisinde siliyer cismin anterior rotasyonu bulunan patolojilerde trabekülektomi cerrahisinin etkili olabileceği yönünde ipuçları vermektedir.

Çalışmamızı kısıtlayan faktörlerin başında sınırlı sayıda hasta popülasyonunda (n=25) ölçümlerin yapılmış olması gelmektedir. Örneğin Yamamoto ve ark.[120] bleb sınıflaması yaptığı çalışmada 117 gözde yaptığı ölçümlerden yararlanmıştır. Ancak literatürde trabekülektomi ve diğer glokom cerrahilerine yönelik çalışmalarda genellikle sınırlı sayıda hasta popülasyonlarından elde edilen

verilerden faydalanılmıştır. Örneğin Martinez-Bello ve ark. çalışmasında[127] 17 gözüne sadece filtrasyon cerrahisi, 16 gözüne kombine katarakt+filtrasyon cerrahisi uygulanarak toplamda 33 hastalık bir seri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Park ve ark. çalışmasında[128] da 27 hastalık trabekülektomi cerrahisi gören grup, 29 hastalık üçlü cerrahi prosedürü gören hasta grubuyla karşılaştırılmıştır. Bu nedenle çalışmamızın popülasyonu diğer çalışmalarla karşılaştırma yapılacak seviyede görülmektedir.

Kısıtlayıcı etkenlerden bir diğeri tüm ölçümleri tek bir gözlemcinin (C.K.) yapmış olmasıdır. Tek gözlemcinin sonuçlarının tekrarlanabilirliği yüksek olmakla birlikte, gözlemciler arası tekrarlanabilirlik oranı düşmektedir.[99,100] Bu durum, farklı gözlemcilerin UBM ile yapılan ölçümlerde saptayabileceği değişkenliklerin istatistiksel olarak anlam düzeyini etkileyebilmektedir. Ancak yine tek gözlemciyle elde edilen verilerin tekrarlanabilir olması, klinik uygulamada UBM aracılığıyla yapılacak çıkarımları güvenilir kılmaktadır.

Serimizde dar açılı olguların bulunmaması diğer kısıtlayıcı faktördür. Dar açılı olguların ve plato iris konfigürasyonu sergileyen olguların dahil edilmesiyle daha detaylı sonuçlar elde edilebilir. Trabekülektomi cerrahisi sonrası özellikli olgularda silier proseslerin açılanmasında gözlenen değişikliklere ek olarak bu farklılığı yaratan mekanizmalara yönelik bulgular elde edilebilir. UBM, ön kamara parametrelerinin detaylı olarak değerlendirilmesine ve cerrahi alanın incelenmesine olanak sağladığı gibi, ön segment OKT gibi gözün ön segmentinin değerlendirilmesinde kullanılan diğer yöntemlerden farklı olarak iris arkasındaki dokuları ve silier cismin değerlendirilmesine de olanak sağlamaktadır. Trabekülektomi sonrası gözlemlenen değişimlerin mekanizmalarının açıklanmasında UBM kullanılarak yapılacak kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇLAR

1. Trabekülektomi sonrası GAT ile ölçülen GİB'de anlamlı bir düşüş saptanmıştır. (p<0.001)
2. Trabekülektomi sonrası kullanılan ilaç sayısında anlamlı bir düşüş saptanmıştır. (p<0.001)
3. Postoperatif 3. ayda ilaçsız GİB kontrolü sağlanan 13 gözde (%52) tam cerrahi başarı sağlanmıştır.
4. Postoperatif 3. ayda ilaçlı GİB kontrolü sağlanan 10 gözde (%40) kısmi cerrahi başarı sağlanmıştır.
5. Postoperatif 3. ayda GİB kontrolünün sağlanamadığı 2 göz (%8) cerrahi açıdan başarısız kabul edilmiştir.
6. Postoperatif 3. ayda posterior, nazal ve temporal kenar olmak üzere; 8 blebin tek yoldan (%32), 10 blebin 2 yoldan (%40), 7 blebin 3 yoldan (%28) drene olduğu saptanmıştır.
7. Postoperatif 3. ay yapılan Yamamoto sınıflamasına göre; 18 bleb (%72) hipoekojen, 3 bleb (%12) hiperekojen, 2 bleb (%8) enkapsüle ve 2 bleb (%8) düz olarak değerlendirilmiştir.
8. Trabekülektomi sonrası 3. ay TCPD değerlerinde 4 kadran ortalamasında anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.044)
9. Trabekülektomi sonrası 3. ay SCPA değerlerinde 4 kadran ortalamasında anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.023)
10. Trabekülektomi sonrası 3. ay bleb drenaj miktarı ile Yamamoto bleb sınıflaması arasında kategorik olarak anlamlı bir uyumluluk saptanmıştır (p=0.001)

Alt grup analizlerinde;

11. Cerrahi sonrası AOD500 değerinde, preoperatif ACD ölçümleri 40^{o} altında olan grupta anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.028)
12. Cerrahi sonrası AOD500 değerinde, preoperatif orta iris insersiyonu bulunan grupta anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.026)
13. Cerrahi sonrası AOD500 değerinde, ostium-iris mesafesi ölçümleri medyan değerin üzerinde olan grupta anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.045)

14. Cerrahi sonrası TCPD değerinde, ostium genişliği ve ostium-iris mesafesi ölçümleri medyan değerin üzerinde olan gruplarda anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.008 ve p=0.005)
15. Cerrahi sonrası TCPD değerinde, preoperatif orta iris insersiyonu bulunan grupta anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.048)
16. Cerrahi sonrası SCPA değerinde, preoperatif ACA ölçümü 40^{o} altında ve SCPA ölçümü medyan değerin altında olan gruplarda anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.028 ve p=0.012)
17. Cerrahi sonrası SCPA değerinde, ostium-iris mesafesi medyan değerin üzerinde olan grupta anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.034)
18. Cerrahi sonrası SCPA değerinde, skleral flep uzunluğu medyan değerin altında ölçülen grupta anlamlı artış sağlanmıştır. (p=0.023)

Korrelasyon analizlerinde;

19. Preoperatif AOD500 ile ACD ve TCPD değerleri arasında pozitif korrelasyon saptanmıştır. (p<0.001 ve p<0.001)
20. Postoperatif 3. ay ACD ve TCPD değişimleri arasında pozitif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.009)
21. Postoperatif 3. ay AOD500 ve TCPD değişimleri arasında pozitif korrelasyon saptanmıştır (p=0.019)
22. Postoperatif 3. ay ostium genişliği ve skleral flep kalınlığı ile bleb yüksekliği arasında zayıf negatif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.043 ve p=0.020)
23. Preoperatif AOD500 ölçümü ile postoperatif 3. ay AOD500'deki değişim arasında negatif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.007)
24. Preoperatif SCPA ölçümü ile postoperatif 3. ay SCPA'daki değişim arasında negatif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.001)
25. Postoperatif 3. ay ostium-iris mesafesi ile ACD değişimi arasında pozitif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.006)
26. Postoperatif 3. ay ostium-iris mesafesi ile AOD500 ve TCPD değişimi arasında zayıf pozitif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.047 ve p=0.019)
27. Postoperatif 3. ay periferik iridektomi genişliği ile SCPA değişimi arasında pozitif korrelasyon saptanmıştır. (p=0.006)

ÖZET

Trabekülektomi Sonrası Ön Segment Biyometrik Parametrelerinin ve Cerrahi Alanın Ultrason Biyomikroskopi (UBM) ile Değerlendirilmesi

AMAÇ: Açık açılı glokom tanılı olgulara uygulanan trabekülektomi cerrahisi sonrası ön segment yapıları ve cerrahi alanın ultrason biyomikroskopi (UBM) görüntüleme yöntemi ile kantitatif olarak değerlendirilmesi.

GEREÇ-YÖNTEM: S.B.Ü. Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Glokom Kliniği'nde primer açık açılı glokom veya psödoeksfolyatif glokom tanısı ile takip edilen ve Haziran 2016 - Şubat 2017 arasında Mitomisin C'li trabekülektomi uygulanan ardışık olgular çalışmaya dahil edildi. Cerrahi öncesi ve sonrasında UBM görüntülemesi olmayan hastalar çalışmaya alınmadı. Hastaların preoperatif en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri (EİDGK), göz içi basınçları (GİB), kullanılan antiglokomatöz ilaç sayısı not edildi. Hastaların preoperatif ve postoperatif 3. ay UBM görüntülemeleri incelenerek ön kamara derinliği (ACD), ön kamara açısı (ACA), açı açılış mesafesi (AOD500), trabekülum-siliyer cisim mesafesi (TCPD), iris-siliyer cisim mesafesi (ICPD), sklera-siliyer cisim açısı (SCPA) ve siliyer cisim kalınlıkları ile cerrahi alandaki internal ostium açıklığı, ostium-iris mesafesi ve skleral flep boyutları incelendi. Bleb incelenerek Yamamoto ekojenite sınıflaması ile blebler kalitatif, bleb drenaj miktarı açısından ise kantitatif olarak incelendi.

BULGULAR: Çalışmaya 23 hastanın (4 K / 19 E) 25 gözü dahil edildi. Ortalama yaş 61.9 ± 9.9 yıl idi. Başlangıç ve 3. ay EİDGK sırasıyla 0.83 ± 0.86 ve 0.84 ± 0.62 (p>0.005), GİB değerleri sırasıyla 24.5 ± 6.6 mmHg ve 11.1 ± 4.4 mmHg (p<0.001), toplam ilaç sayısı ise sırasıyla 3.6 ± 0.9 ve 0.6 ± 0.9 (p<0.001) idi. UBM parametrelerinden TCPD değerinde postoperatif 3. ayda anlamlı artış (sırasıyla 1.04 ± 0.12 mm ve 1.09 ± 0.16 mm, p=0.044) ve SCPA değerinde postoperatif 3. ayda anlamlı artış saptandı (sırasıyla 58.6 ± 3.9 ve 60.8 ± 3.8, p=0.027). Ölçüm yapılan diğer UBM parametrelerinde (ACD, ACA, AOD500, ICPD, siliyer cisim kalınlığı) trabekülektomi sonrası anlamlı bir değişiklik saptanmadı. Bleb drenaj miktarı ile Yamamoto sınıflaması arasında kategorik olarak anlamlı bir uyumluluk saptandı (p=0.001)

SONUÇ: Trabekülektomi cerrahisi sonrası ön segmentteki değişimlerin ve cerrahi alanın incelenmesinde UBM etkili bir yöntem olarak kullanılabilmektedir. Trabekülektomi cerrahisi ile trabekülum-siliyer cisim mesafesi ve sklera-siliyer cisim açısı genişlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Trabekülektomi, ultrason biyomikroskopi, açık açılı glokom

KAYNAKÇA

1. Fronimopoulos J, Lascaratos J. The terms glaucoma and cataract in the ancient Greek and Byzantine writers. Doc. Ophthal. 1991;77(4):369-375.
2. Leffler CT, Schwartz SG, Hadi TM, Salman A, Vasuki V. The early history of glaucoma: the glaucous eye (800 BC to 1050 AD). Clin Ophthalmol. 2015;9:207–215.
3. Mackenzie W: Practical Treatise on the Diseases of the Eye. London: Longmarts, Reese, Orme Brown and Green, 1830:710.
4. Phelps C.D: Glaucoma. General concepts. Clinical ophthalmology (Duane). Vol 3;42:1-8,1986.
5. Van Buskirk EM, Cioffi GA. Glaucomatous optic neuropathy [review]. Am J Ophthal. 1992;113(4):447-452.
6. Lee BL, Bathja R, Weinreb RN. The definition of normal-tension glaucoma. J Glaucoma, 1998;7:366-71.
7. Allingham RR. Introduction: An Overview of Glaucoma. Shields Textbook of Glaucoma, 6th Edition, 2011: p.xiii.
8. Cantor L, Berlin MS, Hodapp EA, Lee DA, Wilson MR, Wand M, Introduction and definitions, Chapter 1, Glaucoma, Section 10, Basic and Clinical Science Course, Denny M, Taylor F, eds, San Fransisco, American Academy of Opthalmology, 1999-2000, 7.
9. Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. 4th ed. Elsevier Saunders; 2014.
10. Higginbotham EJ, Stevens RK, Musch DC, et al. Bleb-related endophthalmitis after trabeculectomy with mitomycin C. Ophthalmology. 1996;103(4):650–656.
11. Skuta GL, Beeson CC, Higginbotham EJ, Lichter PR, Musch DC, Bergstrom TJ, Klein TB, Falck FY Jr. Intraoperative mitomycin versus postoperative 5-fluorouracil in high-risk glaucoma filtering surgery. Ophthalmology. 1992;99:438-444.
12. Stewart WC, Shields MB, Miller KN, Blasini M, Sutherland SE. Early postoperative prognostic indicators following trabeculectomy. Ophthalmic Surg. 1991;22:23-26.
13. Skuta GL, Parrish RK. Wound healing in glaucoma filtering surgery. Surv Ophthalmol. 1987;32:149-170.
14. Pavlin CJ, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy. High-frequency ultrasound imaging of the eye at microscopic resolution. Radiol Clin North Am. 1998 Nov;36(6):1047-58.
15. Dada T1, Gadia R, Sharma A, Ichhpujani P, Bali SJ, Bhartiya S, Panda A. Ultrasound biomicroscopy in glaucoma. Surv Ophthalmol. 2011 Sep-Oct;56(5):433-50.
16. Levine LM, Brar VS, Goldstein MH, Kahana A, Katowitz WR, Law SK, Mackley DA, The Eye, Chapter 2, Fundamentals and Principles of Ophthalmology, Section 2, Basic and Clinical Science Course, Cantor LB, Rapuano CJ, Cioffi GA, eds, San Fransisco, American Academy of Opthalmology, 2014-2015, 37-54.
17. Nishida T, Saika S, Cornea and Sclera: Anatomy and Physiology, Chapter 1, Basic Science: Cornea, Sclera, Ocular Adnexa Anatomy, Physiology and Pathophysiologic Responses, Part 1, Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ, Cornea, 2011, 3-4.
18. Weisenthal RW, Afshari NA, Bouchard CS, Colby KA, Rootman DS, Tu EL, de Freitas D, Structure and Function of the External Eye and Cornea, Chapter 1,

External Eye Disease and Cornea, Section 8, Basic and Clinical Science Course, Cantor LB, Rapuano CJ, Cioffi GA, eds, San Fransisco, American Academy of Opthalmology, 2014-2015, 6-7.
19. Farjo AA, Brumm MV, Kaz Soong H, Corneal Anatomy, Physiology and Wound Healing, Chapter 4.1, Cornea and Ocular Surface Diseases, Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. 4th ed. Elsevier Saunders; 2014, 163-167.
20. Oliveira-Soto L., Efron N. Morphology of corneal nerves using confocal microscopy. *Cornea*. 2001;20(4):374–384.
21. Dua, Harminder S.; Faraj, Lana A.; Said, Dalia G.; Gray, Trevor; Lowe, James (2013). "Human Corneal Anatomy Redefined". *Ophthalmology*. 120 (9): 1778–85.
22. Yoon JJ, Ismail S, Sherwin T. Limbal stem cells: General concepts of corneal homeostasis. World J Stem Cells. 2014 Sep 26; 6(+):391-403.
23. Goldberg MF, Bron AJ. Limbal palisades of Vogt. Trans Am Ophthalmol Soc. 1982; 80:155-171.
24. Levine LM, Brar VS, Goldstein MH, Kahana A, Katowitz WR, Law SK, Mackley DA, Orbit and Ocular Adnexa, Chapter 1, Fundamentals and Principles of Ophthalmology, Section 2, Basic and Clinical Science Course, Cantor LB, Rapuano CJ, Cioffi GA, eds, San Fransisco, American Academy of Opthalmology, 2014-2015, 30-31.
25. Bowling B, Conjunctiva, Chapter 5. Kanski's Clinical Ophthalmology, 8th ed. 2016: 132.
26. Allingham RR. Chapter I: Cellular and Molecular Biology of Aqueous Humour Dynamics. Section I: The Basic Aspects of Glaucoma. Shields Textbook of Glaucoma, 6th Edition, 2011: 3-23.
27. Raviola G. Schwalbe line's cells: a new cell type in the trabecular meshwork of Macaca mulatta. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1982;22(1):45-56.
28. Moses RA, Grodzki WJ Jr, Starcher BC, et al. Elastin content of the scleral spur, trabecular mesh, and sclera. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1978;17(8):817-818.
29. Morrison JC, Acott TS. Anatomy and Physiology of Aqueous Humor Outflow, Chapter 4, Glaucoma Science and Practice, Thieme, 2003:34-41.
30. Rohen JW, Rentsch FJ. [Morphology of Schlemm's canal and related vessels in human eye]. Albrecht von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol. 1968;176(4):309-329.
31. Fine BS. Structure of the trabecular meshwork and the canal of Schlemm. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol. 1966;70(5):777-790.
32. Hoffman F, Dumitrescu L. Schlemm's canal under the scanning electron microscope. Ophthalmic Res. 1971;2:37.
33. Jocson VL, Grant WM. Interconnections of blood vessels and aqueous vessels in human eyes.Arch Ophthalmol. 1965;73:707-720.
34. Schell J, Boulton ME. Basic Science of the Lens. Chapter 5.1 The Lens, Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. 4th ed. Elsevier Saunders; 2014: e1-e12.
35. Bobrow JC, Beardsley TL, Jick SL, Rosenberg LF, Wiggins MN, Reich J, Isbey III EK. Anatomy, Chapter 1, Lens and Cataract, Section 11, Basic and Clinical Science Course, Cantor LB, Rapuano CJ, Cioffi GA, eds, San Fransisco, American Academy of Opthalmology, 2014-2015, 5-9.
36. Özçetin H, Cerrahi Lens; Fakoemülsifikasyon, Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları no:2, 2004: 1-10.
37. Remington LA, Crystalline Lens, Chapter 5, Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System, Elsevier 3rd ed. 2012: 93-108.

38. Grehn F, Hollo G, Lachtar Y, Migdal C, Thygesen J. Incisional Surgery, Treatment Principles and Options, Chapter 3, Terminology and Guidelines for Glaucoma, Traverso CE, 4th ed. Savona, İtalya, PubliComm 2014. 169-171.
39. Bayer A. Trabekülektomi, Bölüm 3, Glokom Cerrahisi, MN Medikal & Nobel, 2006. 19-56.
40. Herndon LW. Complications of Glaucoma Surgery and their Management. Chapter 10.32. Glaucoma. Part 10. Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. 4th ed. Elsevier Saunders; 2014.
41. Riley SF, Lima FL, Smith TJ, et al. Using donor sclera to create a flap in glaucoma filtering procedures. Ophthalmic Surg 1994;25:117–1118.
42. The Fluorouracil Filtering Surgery Study Group. Risk factors for suprachoroidal hemorrhage after filtering surgery. Am J Ophthalmol 1992;113:501–7.
43. Osher RH, Cionni RJ, Cohen JS. Re-forming the flat anterior chamber with Healon. J Cataract Refract Surg 1996;22:411–15.
44. Allingham RR. Prevention and Management of Complications. Chapter 38: Filtering Surgery. Shields Textbook of Glaucoma, 6th Edition, 2011: 501-513.
45. Epstein DL, Hashimoto JM, Anderson PJ, et al. Experimental perfusions through the anterior and vitreous chambers with possible relationships to malignant glaucoma. Am J Ophthalmol 1979;88:1078.
46. Kanski JJ, Bowling B. Clinical Ophthalmology, 7th ed. Elsevier Saunders. 2011. 312-400.
47. Greenfield DS, Miller MP, Suner IJ, et al. Needle elevation of the scleral flap for failing filtration blebs after trabeculectomy with mitomycin-C. Am J Ophthalmol 1996;122:195–204.
48. Mundt GH, Hughes WF. Ultrasonics in ocular diagnosis. Am J Ophthalmol. 1956;41:488-498.
49. Coleman DJ, Silverman RH, Lizzi FL, Lloyd H, Rondeau MJ, Reinstein DZ, Daly SW. Ultrasonography of the Eye and Orbit, 2nd ed, LWW, 2006.
50. Singh AD, Hayden BC. Ophthalmic Ultrasonography, Elsevier, 2012.
51. Ossoinig KC. Quantitative echography - the basis of tissue differentiation. J Clin Ultrasound 1974;2(1):33-46.
52. Ossoinig KC. Standardized echography: basic principles, clinical applications, and results. Int Ophthalmol Clin 1979;19(4):127-210.
53. Baum G, Greenwood I. The application of ultrasonics locating techniques to ophthalmology. Am J Ophthalmol 1958;46(5 Part 2):319-29.
54. Lizzi FL, Coleman DJ. History of ophthalmic ultrasound. J Ultrasound Med 2004;23(10):1255-66.
55. Sanders DR, Kraff MC. Improvement of intraocular lens power calculation using empirical data. *J Am Intraocul Implant Soc* 1980;6:263-267.
56. Binkhorst RD. Intraocular lens power calculation. *Int Ophthalmol Clin* 1979;19:237-252.
57. Holladay JT, Prager TC, Ruiz RS, et al. Improving the predictability of the intraocular lens power calculations. *Arch Ophthalmol* 1986;104:539-541.
58. Hoffer KJ. Pre-operative cataract evaluation: intraocular lens power calculation. *Int Ophthalmol Clin* 1982;22:37-75.
59. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, et al. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 1991;98:287-95.
60. Pavlin CJ, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of the eye. New York: Springer & Verlag; 1995.

61. Marchini G, Ceruti P, Tosi R, Vizzari G. Ultrasound Biomicroscopy. Chapter 16. Shaarawy TM, Sherwood MB, Hitchings RA, Crowston JG, Glaucoma Medical Diagnosis & Therapy, Elsevier 2e 2015: 179-190.
62. Bell NP, Feldman RM, Zou Y, et al. New technology for examining the anterior segment by ultrasonic biomicroscopy. J Cataract Refract Surg 2008;34(1):121-5.
63. Pavlin CJ, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy. High-frequency ultrasound imaging of the eye at microscopic resolution. Radiol Clin N Am 1998;36(6):1047-58.
64. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. Am J Ophthalmol 1992;113(4):381-9.
65. Pavlin CJ, McWhae JA, McGowan HD et al. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment tumors. Ophthalmology 1992;99(8):1220-8.
66. da Costa DS, Lowder C, de Moraes Jr HV et al. [The relationship between the length of ciliary processes as measured by ultrasound biomicroscopy and the duration, localization and severity of uveitis]. Arqu Bras Ophthalmol 2006;69(3):383-8.
67. Pavlin CJ, Sherar MD, Foster FS. Subsurface ultrasound microscopic imaging of the intact eye. Ophthalmology 1990;97(2):244-50.
68. Avitabile T, Russo V, Ghirlanda R, et al. Corneal oedemas: diagnosis and surgical planning with ultrasound biomicroscopy. Ophthalmologica 1998;212(Suppl 1):13-6.
69. Nischal KK, Naor J, Jay V, et al. Clinicopathological correlation of congenital corneal opacification using ultrasound biomicroscopy. Br J Ophthalmol 2002;86(1):62-9.
70. Heur M, Jeng BH. Anterior segment disorders. Ultrasound Clin 2008;3(2):201-6.
71. Nakagawa T, Maeda N, Okazaki N, et al. Ultrasound biomicroscopic examination of acute hydrops in patients with keratoconus. Am J Ophthalmol 2006;141(6):1134-6.
72. Srinivasan S, Batterbury M, Hiscott P. Bullous keratopathy and corneal decompensation secondary to iridoschisis: a clinicopathological report. Cornea 2005;24(7):867-9.
73. Morinelli EN, Najac RD, Speaker MG, et al. Repair of Descemet's membrane detachment with the assistance of intraoperative ultrasound biomicroscopy. Am J Ophthalmol 1996;121(6):718-20.
74. Pavlin CJ, Foster FS. Ultrasound Biomicroscopy of the Eye, Springer Verlag, New York, 1995.
75. Silverman RH, Reinstein DZ, Raevsky T, Coleman DJ. Improved system for sonographic imaging and biometry of the cornea. J Ultrasound Med. 1997 Feb; 16(2):117-24.
76. Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial, stromal, and total corneal thickness in keratoconus: three-dimensional display with artemis very-high frequency digital ultrasound. J Refract Surg. 2010;26(4):259–271.
77. Reinstein DZ, Silverman RH, Raevsky T, et al. Arc-scanning very high-frequency ultrasound for 3-D pachymetric mapping of the corneal epithelium and stroma in laser in situ keratomileusis. J Refract Surg. 2000;16(4):414–430.
78. Marigo FA, Esaki K, Finger PPT, et al. Differential diagnosis of anterior segment cysts by ultrasound biomicroscopy. Ophthalmology 1999;106:2131-5.

79. Peizeng Y, Qianli M, Xiangkun H, et al. Longitudinal study of anterior segment inflammation by ultrasound biomicroscopy in patients with acute anterior uveitis. Acta Ophthalmol 2009;87:211-5.
80. Haring G, Nolle B, Wiechens B. Ultrasound biomicroscopic imaging in intermediate uveitis. Br J Ophthalmol 1998;82:625-9.
81. Greiner KH, Kilmartin DJ, Forrester JV, et al. Grading of pars planitis by ultrasound biomicroscopy-echographic and clinical study. Eur J Ultrasound 2002;15:139-44.
82. Tran VT, Lumbroso L, LeHoang P, et al. Ultrasound biomicroscopy in peripheral retinovitreal toxocariasis. Am J Ophthalmol 1999;127: 607–9.
83. Liu J, Li S, Deng G, et al. Ultrasound biomicroscopic imaging in paediatric ocular toxocariasis. Br J Ophthalmol 2017 Published Online First: 16 March 2017. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-309850.
84. Tran VT, LeHoang P, Herbort CP. Value of high-frequency ultrasound biomicroscopy in uveitis. Eye (Lond) 2001;15:23-30.
85. de Smet MD, Gunning F, Feenstra R. The surgical management of chronic hypotony due to uveitis. Eye (Lond) 2005;19:60-4.
86. Roters S, Szurman P, Engels BF, et al. Ultrasound biomicroscopy in chronic ocular hypotony: its impact on diagnosis and management. Retina 2002;22:581-8.
87. Pavlin CJ, Easterbrook M, Hurwitz JJ, et al. Ultrasound biomicroscopy in the assesment of anterior scleral disease. Am J Ophthalmol 1993;116:628-35.
88. Heiligenhaus A, Schilling M, Lung E, et al. Ultrasound biomicroscopy in scleritis. Ophthalmology 1998;105:527-34.
89. Shields JA, Shields CL, De Potter P, Singh A. Diagnosis and treatment of uveal melanoma. *Semin Oncol.* 1996;23763- 767.
90. Pavlin CJ, McWhae JA, McGowan HD, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment tumors. Ophthalmology 1992;99(8):1220–1228.
91. Marigo FA, Finger PT, McCormick SA, et al. Iris and ciliary body melanomas: ultrasound biomicroscopy with histopatho- logic correlation. Arch Ophthalmol 2000;118(11):1515– 1521.
92. Giuliari GP, McGowan HD, Pavlin CJ, et al. Ultrasound biomicroscopic imaging of iris melanoma: a clinicopathologic study. Am J Ophthalmol. 2011 Apr;151(4):579-585.
93. Wang Z, Chung C, Lin J, Xu J, Huang J. Quantitative measurements of the ciliary body in eyes with acute primary-angle closure. Invest Oph- thalmol Vis Sci. 2016;57:3299–3305. DOI: 10.1167/iovs.16-19558
94. Unsal E, Eltutar K, Muftuoglu IK. Morphologic changes in the anterior segment using ultrasound biomicroscopy after cataract surgery and intraocular lens implantation. Eur J Ophthalmol 2017; 27 (1): 31-38.
95. He N, Wu L, Qi M, et al. Comparison of ciliary body anatomy between American caucasians and ethnic Chinese using ultrasound biomicroscopy. Curr Eye Res. 2016 Apr;41(4):485-91.
96. Francis BA, Pouw A, Jenkins D, et al. Endoscopic cycloplasty (ECPL) and lens extraction in the treatment of severe plateau iris syndrome. J Glaucoma 2016;25:e128–e133.
97. Yan Y-J, Wu L-L, Wang X, Xiao G-G. Appositional angle closure in Chinese with primary angle closure and primary angle closure glaucoma after laser peripheral iridotomy. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014;55:8506– 8512.
98. Ku JY, Nongpiur ME, Park J, et al. Qualitative evaluation of the iris and ciliary body by ultrasound biomicroscopy in subjects with angle closure. J Glaucoma

2014;23:583–588.
99. Tello C, Liebmann JM, Potash SD, et al. Measurement of ultrasound biomicroscopy images: intraobserver and interobserver reliability. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:3549–52.
100. Marchini G, Pagliarusco A, Toscano A, et al. Ultrasound biomicroscopic and conventional ultrasonographic study of ocular dimensions in primary angle closure glaucoma. Ophthalmology 1998;105: 2091–8.
101. Lin Z, Mou DP, Liang YB, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurement using the Tongren ultrasound biomicroscopy analysis system. J Glaucoma 2014;23:61–68.
102. Balidis MO, Bunce C, Sandj CJ, et al. Iris configuration in accomodation in pigment dispersion syndrome. Eye (2002) 16, 694–700.
103. Campbell DG. Pigmentary dispersion and glaucoma. A new theory. Arch Ophthalmol 1979; 97: 1667–1672.
104. Pavlin CJ, Macken P, Trope GE, Harasiewicz K, Foster FS. Accommodation and iridotomy in the pigment dispersion syndrome. Ophthalmic Surg Lasers 1996; 27: 113–120.
105. Jensen PK, Nissen O, Kessing SV. Exercise and reversed pupillary block in pigmentary glaucoma. Am J Ophthalmol 1995;120:110–12.
106. Chen MJ, Lin SC, Chen MJ. Effect of a YAG laser iridotomy on intraocular pressure in pigmentary glaucoma. Br J Ophthalmol 2002; 86: 1443–4.
107. Bauzys RLM, Nishi M, Mello PAA, et al. Ultrasound biomicroscopy in pseudoexfoliation syndrome. Invest Ophthalmol Vis Sci 1995;36:563.
108. Gohdo T, Takahashi H, Iijima H, Tsukahara S. Ultrasound biomicroscopy of angle closure glaucoma with pseudoexfoliation syndrome. Br J Ophthalmol. 1997;81(8):706–707.
109. Unsal E, Eltutar K, Muftuoglu I, Akcetin TA, Acar Y. Ultrasound biomicroscopy in patients with unilateral pseudoexfoliation. Int J Ophthalmol. 2015; 8(4): 754–758.
110. See JLS, Aquino MCD, Chew PTK. Angle-Closure Glaucoma, Chapter 10.12. Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. 4th ed. Elsevier Saunders; 2014.
111. Nonaka A, Iwawaki T, Kikuchi M, et al. Quantitative evaluation of iris convexity in primary angle closure. Am J Ophthalmol 2007;143: 695–7.
112. Wand M, Grant WM, Simmons RJ, Hutchinson BT. Plateau iris syndrome. Trans Sect Ophthalmol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1977;83:122–30.
113. Pavlin CJ, Ritch R, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome. Am J Ophthalmol 1992;113:390–5.
114. Kumar RS, Baskaran M, Chew PT, et al. Prevalence of plateau iris in primary angle closure suspects an ultrasound biomicroscopy study. Ophthalmology. 2008;115:430–434.
115. Wand M, Grant WM, Simmons RJ, Hutchinson BT. Plateau iris syndrome. Trans Am Acad Ophthalmol Otol 1977;83:122.
116. Tran HV, Liebmann JM, Ritch R. Iridociliary apposition in plateau iris syndrome persists after cataract extraction. Am J Ophthalmol 2003;135:40–3.
117. Ritch R, Solomon IS. Laser treatment of glaucoma: In: L'Esperance FAJ, editor. Ophthalmic lasers, Vol 2, 3rd ed. St Louis: C.V. Mosby Co., 1989:650–748.
118. Nonaka A, Kondo T, Kikuchi M, et al. Cataract surgery for residual angle closure after peripheral laser iridotomy. Ophthalmology 2005;112:974–979.
119. Chen H-J, Wang X, Yan Y-J, et al. Postiridotomy ultrasound biomicroscopy features in the fellow eye of Chinese patients with acute primary angle-closure and chronic primary angle-closure glaucoma. J Glaucoma 2015;24:233–237.

120. Yamamoto T, Sakuma T, Kitazawa Y. An ultrasound biomicroscopic study of filtering blebs after mitomycin C trabeculectomy. Ophthalmology 1995;102(12):1770-6.
121. Liebmann LM, Ritch R. Complications of glaucoma ltering surgery. In: Ritch R, Shields B, Krupin T, eds., *The Glaucomas*. St. Louis: CV Mosby, 1996:1703–1736.
122. Golez E3, Latina M. The use of anterior segment imaging after trabeculectomy. Semin Ophthalmol 2012.27:155-159.
123. Nakano N, Hangai M, Nakanishi H, Inoue R, Unoki N, Hirose F, Ojima T, Yoshimura N. Early trabeculectomy bleb walls on anterior-segment optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010 Aug;248(8):1173–82.
124. McWhae JA, Crichton AC. The use of ultrasound biomi- croscopy following trabeculectomy. *Can J Ophthalmol*. 1996 Jun;31(4):187–91.
125. Avitabile T, Russo V, Uva MG, Marino A, Castiglione F, Reibaldi A. Ultrasound-biomicroscopic evaluation of ltering blebs after laser suture lysis trabeculectomy. *Ophthalmologica*. 1998;212 Suppl 1:17–21.
126. Premy S, Tréchot F, Angioi K, George JL, Maalouf T. Analyse à long terme de la bulle de filtration après chirurgie de glaucome, par échographie ultrasonore. J Fr Ophtalmol. 2014 May;37(5):400-6. doi: 10.1016/j.jfo.2014.02.001.
127. Martínez-Belló C, Rodriguez-Ares T, Pazos B, Capeáns C, Sánchez-Salorio M. Changes in anterior chamber depth and angle width after ltration surgery: A quantitative study using ultrasound biomicroscopy. *J Glaucoma*. 2000 Feb;9(1):51–55.
128. Park SW, Heo H, Yang KJ. Comparison of ultrasound biomi- croscopic changes after glaucoma triple procedure and trab- eculectomy in eyes with primary angle closure glaucoma. *J Glaucoma*. 2009 Apr-May;18(4):311–15.
129. Grigera D, Moreno C, Fava O, Girado SG. Ultrasound biomicroscopy in eyes with anterior chamber attening after trabeculectomy. *Can J Ophthalmol*. 2002 Feb;37(1):27–32; discussion 32–33.