



**T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**YAG(YTTRIUM-ALUMİNİUM-GARNET) LAZER KAPSÜLOTOMİ
YAPILAN HASTALARDA OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ
ANJİOGRAFİ(OCT-A) BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr.Serhat AYL A

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr. Kıvanç GÜNGÖR

GAZİANTEP

Şubat 2024



**T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**YAG(YTTRIUM-ALUMİNİUM-GARNET) LAZER KAPSÜLOTOMİ
YAPILAN HASTALARDA OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ
ANJİOGRAFİ(OCT-A) BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr.Serhat AYLAK

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr. Kıvanç GÜNGÖR

GAZİANTEP

Şubat 2024

ONAY SAYFASI

T.C.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ TIP

FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

YAG(YTTRIUM-ALUMİNİUM-GARNET) LAZER KAPSÜLOTOMİ YAPILAN HASTALARDA OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ ANJİOGRAFİ(OCT-A) BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr.Serhat AYLAK

Tıp Fakültesi Dekanlığı Onayı

Prof.Dr.Şevki Hakan EREN

Bu tez çalışmasının “Tıpta Uzmanlık” derecesine uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Kıvanç GÜNGÖR

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımdan okunmuş ve her yönü ile “Tıpta Uzmanlık” tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur

Prof. Dr. Kıvanç GÜNGÖR

Tez danışmanı

TEZ JÜRİSİ:

- 1.Prof.Dr. Kıvanç GÜNGÖR
- 2.Prof.Dr.Oğuzhan SAYGILI
- 3.DoçDr.Sabit KİMYON
- 4.Prof.Dr.Alper METE
- 5.Doç.Dr. Necip KARA

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapımında ve uzmanlık eğitimim boyunca her daim yanımda olan, çalışkanlığını, başarısını ve üslubunu her daim örnek alacağım tez süresi boyunca her konuda yardımlarını benden esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren tez danışmanım ve Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Kıvanç Güngör'e;

Uzmanlık Eğitimim boyunca bana olan katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Oğuzhan SAYGILI'ya, Prof. Dr. Şeyhmus ARI'ya, , Prof. Dr. Alper METE'ye, Doç. Dr. Necip KARA'ya, Doç. Dr. Sabit KİMYON'a ve Dr.Öğr.Üyesi Sevim Ayça SEYYAR'a;

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma,

Asistanlığımın başlangıcından bu yana desteğini esirgemeyen bölüm ve klinik sekreterleri, hemşire, teknisyen ve personel mesai arkadaşlarıma,

Eğitim hayatımın başından beri desteğini esirgemeyen, bugünlere gelmemde sonsuz emekleri olan çok değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Serhat AYLA

GAZİANTEP-2024

ÖZET

Serhat AYLAK, YAG(Yttrium-Aluminum-Garnet) Lazer Kapsülotomi Yapılan Hastalarda Optik Koherens Tomografi-Anjiyografi (OCT-A) Bulgularının Değerlendirilmesi. Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Gaziantep.

Amaç: Arka kapsül kesafeti olup (AKK) YAG lazer kapsülotomi yapılan hastalarda tedavi öncesi ve sonrası farklı zamanlarda çekilen optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) bulgularını karşılaştırmak

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Şubat-Ağustos 2023 tarihleri arasında Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz hastalıkları Anabilim Dalı'na başvuran, AKK' si olup YAG lazer kapsülotomi tedavisi uygulanan 30 hastanın 30 gözü dahil edildi.Tüm hastalara OKTA'yı içeren detaylı göz muayenesi yapıldı.YAG lazer kapsülotomi yapılmadan önce(preop), yapıldıktan sonra 1 saat sonra(postop 1.saat), 1 hafta sonra(postop 1.hafta) ve 1 ay sonra(postop 1.ay) olmak üzere farklı zamanlardaki OKTA sonuçları değerlendirildi.

Bulgular: Makulanın yüzeyel ve derin kapiller pleksus vasküler dansite(VD) değerleri incelendiğinde yüzeyel tabakadaki süperfisyal perifoveal dansite(SPED) değeri hariç tüm değerlerde anlamlı fark görüldü.($p<0,05$) Derin tabakada ise derin foveal dansite(DFD), derin perifoveal dansite(DPED) ve derin perifoveal süreiör dansite(DPESD) değerlerinde anlamlı fark izlendi.($p<0,05$) Optik disk OKTA çekimlerine bakıldığında ise radyal peripapiller kapiller damar dansitesi ortalama (RPKVD ort) değerinde farklı zaman çekimleri arasında anlamlı fark tespit edildi.($p<0,05$)

Sonuç: OKTA YAG lazer kapsülotomi tedavisi uygulanan AKK hastalarında retinal mikrovasküler yapıdaki değişimleri gösterebilir ve bu hastaların takibi OKTA ile yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Arka kapsül kesafeti, YAG lazer kapsülotomi, optik koherens tomografi anjiyografi

ABSTRACT

Serhat AYLA, Evaluation of Optical Coherence Tomography-Angiography (OCT-A) Findings in Patients Undergoing YAG (Yttrium-Aluminum-Garnet) Laser Capsulotomy.". Department of Ophthalmology, Specialiaztion Thesis, Gaziantep.

Purpose: To compare the findings of optical coherence tomography angiography (OCT-A) taken at different times before and after YAG laser capsulotomy in patients with posterior capsule opacity (PCO).

Methods: The study included 30 eyes of 30 patients who applied to the Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Gaziantep University between February and August 2023, and who had PCO and underwent YAG laser capsulotomy. All patients underwent a detailed eye examination including OCT-A. The OCT-A results at different times: before capsulotomy (preoperative), 1 hour after (postoperative 1 hour), 1 week after (postoperative 1 week), and 1 month after (postoperative 1 month) were evaluated.

Results: When examining the vascular density (VD) values in the superficial and deep capillary plexus of the macula, significant differences were observed in all values except for the superficial perifoveal density (SPED) in the superficial layer ($p<0.05$). In the deep layer, significant differences were observed in the values of deep foveal density (DFD), deep perifoveal density (DPED), and deep perifoveal superior density (DPESD) ($p<0.05$). In optical disc OCT-A scans, a significant difference was detected in the average radial peripapillary capillary vessel density (RPKVD avg) values between different time scans ($p<0.05$).

Conclusions: OCT-A can demonstrate changes in the retinal microvascular structure in PCO patients who have undergone YAG laser capsulotomy, and the follow-up of these patients can be conducted with OCT-A.

Keywords: Posterior Capsule Opacity, YAG Laser Capsulotomy, Optical Coherence Tomography Angiograph

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER.....	ix
TABLolar	x
KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1. Retina Embriyolojisi.....	2
2.2. Retina Anatomisi ve Fizyolojisi.....	2
2.2.1. Santral Retina(Makula).....	7
2.2.2. Periferik Retina.....	9
2.3. Retinal Dolaşım	10
2.3.1. Santral Retinal Arter.....	10
2.3.2. Siliyoretinal Arter.....	10
2.3.3. Retinal Arteriyoller.....	11
2.3.4. Kapillerler.....	11
2.3.5. Retinal Venler.....	12
2.3.6. Lenfatik Damarlar.....	12
2.3.7 . Retinal Damarların Yapısı.....	12
2.4. Koroidal Dolaşım.....	13
2.5. Optik Sinir Başı Anatomisi ve Kan Dolaşımı.....	14
2.6. Retina Sinir Lifi Tabakası(RSLT).....	17
2.7. Optik Koherens Tomografi Anjiografi(OKTA).....	18
2.8. Arka Kapsül Kesafeti.....	20
2.8.1. Risk Faktörleri.....	21
2.8.2. Patofizyoloji.....	22

2.8.3. Tedavi.....	22
2.9. Nd:YAG Lazer.....	23
2.9.1. Nd:YAG lazer Kullanım Modları.....	24
2.9.2. Nd:YAG lazer Kullanım Alanları.....	25
2.9.3. Nd:YAG lazer Kapsülotomi Endikasyonları.....	25
2.9.4. Nd:YAG lazer Kapsülotomi Kontrendikasyonları.....	25
2.9.5. Nd:YAG lazer Kapsülotomi Rölatif Kontrendikasyonları.....	25
2.9.6. Nd:YAG lazer Kapsülotomi Tekniği.....	26
2.9.6.1. İşlem Öncesi Değerlendirme.....	26
2.9.6.2. Hastanın Hazırlanması.	27
2.9.6.3. İşlem.....	28
2.9.6.4. İşlem Sonrası Bakım.....	29
2.9.7. Nd:YAG lazer Kapsülotomi Kompliksiyonları.....	29
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	32
3.1. Çalışmanın Dizaynı.....	32
3.2. Gönüllülerin Seçimi.....	32
3.3. Hasta Gönüllülerin Araştırmadan Dışlanma Kriterleri.....	32
3.4. Verilerin Toplanması.....	33
3.5. Nd:YAG lazer Kapsülotomi Tekniği.....	33
3.6. OKTA Çekimi.....	34
3.7. İstatistiksel Analiz.....	37
4. BULGULAR.....	38
4.1. Demografik Bulgular.....	38
4.2. YAG lazer kapsülotomi tedavisinde kullanılan enerji.....	38
4.3. Klinik bulguların karşılaştırılması.....	39
4.4. Makula OKTA bulgularının karşılaştırılması.....	39
4.5. Optik disk OKTA bulgularının karşılaştırılması.....	47
5.TARTIŞMA.....	49
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
7.KAYNAKLAR.....	62
8.EKLER	

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Retinanın histolojik kesiti.....	4
Şekil 2.2. Makulanın topografik anatomisi.....	8
Şekil 2.3. Optik sinir başının horizontal kesiti.....	15
Şekil 2.4. OKTA'da segmentasyon tabakaları ve kapiller pleksuslar.....	19
Şekil 2.5. Yaygın olarak kullanılan paternler.....	28
Şekil 3.1. Maküler OKTA çekiminde ölçüm seçenekleri.....	35
Şekil 3.2. OKTA ile VD ölçüm sonuçlarının elde edilmesi.....	35
Şekil 3.3. OKTA'da Quickvue modülünden SMK ölçekleme.....	36
Şekil 3.4. OKTA ile OD'nin incelenmesi.....	37

TABLolar

Tablo 4.1. Sosyodemografik özellikler.....	38
Tablo 4.2. YAG lazer kapsülotomi tedavisinde kullanılan enerji ile ilgili bilgiler	38
Tablo 4.3. Farklı zaman dilimlerinde klinik bulguların karşılaştırılması	39
Tablo 4.4. Farklı zaman dilimi OKTA ölçeklerinden YKP VD oranları	41
Tablo 4.5. Farklı zaman dilimlerindeki parafoveal VD değerleri arasındaki istatistiksel farklar.....	43
Tablo 4.6. Farklı zaman dilimlerindeki perifoveal VD değerleri arasındaki istatistiksel Farklar.....	45
Tablo 4.7. Farklı zaman dilimi OKTA ölçeklerinden DKP VD oranları	46
Tablo 4.8. Farklı zaman dilimlerindeki perifoveal VD değerleri arasındaki istatistiksel farklar.....	47
Tablo 4.9. Optik Disk OKTA Bulgularının çekim zamanına göre karşılaştırılması	48

KISALTMALAR

AKK: Arka Kapsül Kesafeti

GİL: Göz İçi Lens

FAZ: Foveal Avasküler Zon

OKTA: Optik Koherens Tomografi Anjiografi

OKT: Optik Koherens Tomografi

RPE : Retina Pigment Epiteli

OD: Optik Disk

İLM: İç Limitan Membran

SRA: Santral Retinal Arter

OA: Oftalmik Arter

PSA: Posterior Siliyer Arter

SRV: Santral Retinal Ven

İKA: İnternal Karotid Arter

RSLT: Retina Sinir Lifi Tabakası

YKP: Yüzeyel Kapiller Pleksus

DKP: Derin Kapiller Pleksus

LEH: Lens Epitelyal Hücreler

Nd:YAG: Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet

KMÖ: Kistoid Maküler Ödem

GİB: Göz İçi Basıncı

RD: Retina Dekolmanı

VİH: Vitreus Hemorajisi

DRP: Diyabetik Retinopati

KKAA: Koryokapillaris Kan Akım Alanı

RDKKAA: Retinal derin kapiller kan akım alanı

VD: Vasküler Dansite

RPKVD: Radyal Peripapiller Kapiller Vasküler Dansite

PPRSLT: Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası

SMK: Santral Makula Kalınlığı

SFD: Süperfisyal foveal dansite

SPAD: Süperfisyal parafoveal dansite

SPATD: Süperfisyal parafoveal temporal dansite

SPASD: Süperfisyal parafoveal süperior dansite

SPAND: Süperfisyal parafoveal nazal dansite

SPAİD: Süperfisyal parafoveal inferior dansite

SPED: Süperfisyal perifoveal dansite

SPETD: Süperfisyal perifoveal temporal dansite

SPESD: Süperfisyal perifoveal süperior dansite

SPEND: Süperfisyal perifoveal nazal dansite

SPEİD: Süperfisyal perifoveal inferior dansite

DFD: Süperfisyal foveal dansite

DPAD: Süperfisyal parafoveal dansite

DPATD: Süperfisyal parafoveal temporal dansite

DPASD: Süperfisyal parafoveal süperior dansite

DPAND: Süperfisyal parafoveal nazal dansite

DPAİD: Süperfisyal parafoveal inferior dansite

DPED: Süperfisyal perifoveal dansite

DPETD: Süperfisyal perifoveal temporal dansite

DPESD: Süperfisyal perifoveal süperior dansite

DPEND: Süperfisyal perifoveal nazal dansite

DPEİD: Süperfisyal perifoveal inferior dansite

PPRSLT ort: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası ortalama,

PPRSLT süp: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası süperior,

PPRSLT inf: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası inferior,

RPKVD ort: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi ortalama,

RPKVD süp: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi süperior,

RPKVD inf: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi inferior

RPKVD disk içi: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi disk içi

TBARS: Thiobarbiturik Asit Reaktif Maddeleri

SOD: Superoksit Dismutaz

NO: Nitrik Oksit

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Cerrahi müdahaleden 5 yıl sonra hastaların %20-50'sinde arka kapsül kesafeti (AKK) tespit edilmiştir.(1-3) AKK'nin neden olduğu görsel bozulma, genellikle ışığın arka kutbuna engelsiz erişimini sağlamak için düzeltici Yttrium-Aluminum-Garnet (YAG) lazer kapsülotomi tedavisini gerektirir.(4)

YAG Lazer kapsülotomi, AKK tedavisinde standart ve etkin bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak bazı komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Son çalışmalar retina dekolmanı ile olan ilişkisini doğrulamamış olsa da, hafif ve kısa süreli göz içi basıncı artışlarından, kistik makula ödemi veya makula delikleri nedeniyle oluşan görme bozukluklarına kadar farklı komplikasyonlarla ilişkili olabileceği bildirilmiştir.(5,6)

Optik koherens tomografi anjiografi (OKTA), retina mikrovasküler yapısını non-invaziv, yüksek çözünürlüklü ve üç boyutlu olarak görüntülemek için kızılötesi dalga boylarını kullanan, klinik pratikte giderek daha fazla kullanılan yeni bir tanı aracıdır.(7) Retinanın yüzeyel ve derin vasküler katmanları, foveal avasküler zon (FAZ), vasküler yoğunluk ve koryokapiller kan akımı gibi tüm kantitatif analizler objektif bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Literatürde YAG lazer kapsülotomi yapılan hastalarda optik koherens tomografi (OKT) ile maküler kalınlık, koroid kalınlığı ve retina sinir lifi kalınlığı analizlerinin yapıldığı çalışmalar mevcuttur.(8-10) OKTA ile yapılan çalışmalara bakıldığında ise sadece bir çalışma mevcut olup bu çalışma sınırlı sayıda hasta ile yapılmıştır.(11)

Bu çalışmanın amacı, YAG lazer kapsülotomi uygulanan hastalarda boyar madde kullanılmadan non-invaziv bir şekilde görüntüleme sağlayan OKTA cihazı ile retinanın yüzeyel ve derin vasküler pleksuslarının damar yoğunluklarını, optik sinir çevresindeki vasküler yapılar ile retina sinir lifi tabakasının kalınlıklarını kantitatif olarak analiz etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Retina Embriyolojisi

Retina, embriyolojik gelişim sürecinde optik vezikülün nöral ektoderm tabakasındaki dış kısmından türemektedir. Bu gelişim, invajinasyon adı verilen bir süreçle gerçekleşir. İntrauterin yaşamın ilk ayında, optik vezikül yüzey ektodermine doğru ilerler ve bu sırada lens vezikülünün oluşumu başlar. Aynı zamanda, optik vezikül kendi içine doğru gömülerek ikincil optik vezikülü oluşturur. Bu ikincil yapı, dışta Retina pigment epitelini (RPE) ve içte retinanın diğer katmanlarını meydana getiren bir yapıya sahiptir.(12)

2.2. Retina Anatomisi ve Fizyolojisi

Retina, gözün iç kısmında bulunan ve ışığı algılayan fotoreseptör hücreleri içeren şeffaf bir tabakadır. Bu tabaka, ışık enerjisini algılar ve optik sinir vasıtasıyla bu bilgiyi beyne iletir. Optik sinir başından ora serrata adı verilen noktaya kadar uzanır ve bu yapı, vitreus boşluğunun arka kısmını kaplar. Bu özellikleriyle retina, görsel algının temel bileşenlerinden biridir.(13)

Retina, yaklaşık 266 mm²'lik bir yüzey alanına sahip, ince ve hassas bir sinir dokusu tabakasıdır. Bu tabaka, ön tarafta siliyer cismin epitel dokusu ile birleşerek devam eder.

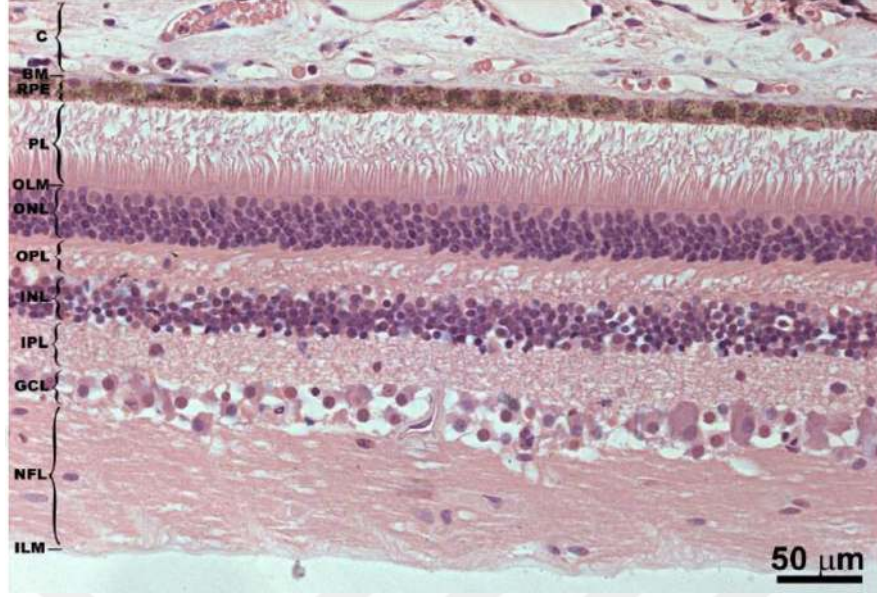
Retinanın kalınlığı, anatomik yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Optik disk (OD) kenarında yaklaşık 0,56 mm kalınlığında iken, ora serrata bölgesinde bu değer 0,1 mm'ye düşer. Retina, anatomik foveolada ve ora serrata bölgesinde en ince halini alır. Buna karşın, optik diskin temporal

tarafında yer alan papillomaküler demet bölgesi, retinanın en kalın olduğu noktadır.(13)

Retina iki ana katmandan oluşmaktadır: içte yer alan nöral tabaka ve dışta bulunan Retina Pigment Epiteli (RPE). Bu iki katman arasında, subretinal alan adı verilen potansiyel bir boşluk bulunur. RPE, yani pigmentli tabaka, koroideye sıkıca yapışmış durumdadır. Ancak, nöral retina, pigment epiteli ve bu nedenle koroide, yalnızca peripapiller bölge ve ora serrata civarında yapışık haldedir. Retinanın periferinde, nörosensöryel retina tabakaları ora serrataya kadar uzanır ve burada pars plananın nonpigmente siliyer epiteli ile birleşir. Retina pigment epiteli ise, ora serratanın ötesinde pars plananın pigmente epiteli ile devamlılık gösterir. Bu yapısal ayrıntılar, retinanın ve gözün diğer kısımlarının nasıl birbirine bağlandığını ve işbirliği içinde çalıştığını göstermektedir.

Işık mikroskobu altında retina laminar yapıda izlenir. Kalınlığı yaklaşık olarak 100 ile 300 mikron arasında değişen retina içten (vitreus tarafından), dışa doğru (koroid tarafına) şu tabakalardan oluşur:(13,14)(Şekil 2.1)

1. İç limitan membran
2. Sinir lifi tabakası
3. Ganglion hücre tabakası
4. İç pleksiform tabaka
5. İç nükleer tabaka
6. Dış pleksiform tabaka
7. Dış nükleer tabaka
8. Dış limitan membran
9. Fotoreseptör hücre tabakası
10. Retina pigment epiteli



Şekil 2.1: Retinanın histolojik kesiti . Hematoksilen/eozin. C: Koroid; BM: Bruch zarı; RPE: retina pigment epiteli; PL: fotoreseptör tabakası; OLM: dış limitan membran; ONL: dış nükleer katman; OPL: dış pleksiform tabaka; INL: iç nükleer katman; IPL: iç pleksiform tabaka; GCL: ganglion hücre katmanı; NFL: sinir lifi tabakası; ILM: iç limitan membran (RAMÍREZ, José M., et al. Glia and blood-retinal barrier: Effects of ocular hypertension. Cardiovascular Disease II; iConcept Press Ltd.: Hong Kong, China, 2014, 123-162)

İç limitan membran(İLM): Retinayı vitreustan ayıran ve retina içerisindeki tek gerçek bazal membrandır. Bu dayanıklı membran, özellikle Müller hücrelerinin hyaloid membranına olan bağlantıları sayesinde oluşur. İLM üç katmandan meydana gelir ve bu katmanlar içten dışa doğru şu şekilde sıralanır: lamina rara interna, lamina densa ve lamina rara eksterna.(15)

İLM'nin retinal kısmı, Müller hücrelerinin ayaksı uzantıları ve bazal membran tarafından şekillendirilirken, iç kısmı vitreus fibrilleri ile form kazanır. Bu durum, İLM'nin hem retinayı hem de vitreusu destekleyen özgün bir yapı olduğunu gösterir. İLM'nin vitreus ile temas eden iç yüzeyi düz bir yapıya sahiptir. Ancak, sinir lifi tabakasına bakan dış yüzü, Müller hücrelerinin uçlarından kaynaklanan dalgalanmalar sergiler. Bu dalgalı yapı, İLM'nin retina içindeki konumunu ve sinir lifleri ile olan etkileşimini yansıtır.(16) OD ve fovea dahil olmak üzere retinanın her bölümünü kaplar.

Sinir lifi tabakası: Temel olarak gangliyon hücrelerinin aksonlarından oluşur. Bu tabakada, santral retinal arter ve venin dalları da bulunur.OD

yönünde ilerleyen gangliyon hücrelerinin aksonları, sinir lifi tabakasını oluşturur. Gangliyon hücrelerinin aksonları, retinanın iç kısımlarında miyelin kılıfı olmadan ilerler. Ancak, OD'nin lamina kribrozasını geçtikten sonra, bu aksonlar miyelinli hale gelir. Bu, gangliyon hücrelerinin aksonlarının işlevsel özelliklerindeki bir değişimi temsil eder. Aksonların kalınlıkları yaklaşık 0,6 µm ile 2,0 µm arasında değişir ve bunlar belirgin mikrotübüller, mitokondri ve düz endoplazmik retikulum içerirler. Bu yapılar, aksonların nöronal sinyal iletimindeki verimliliğini ve dayanıklılığını artırır. Sinir lifi tabakasının kalınlığı, OD'nin nazal kenarında en yüksek seviyededir (yaklaşık 20-30 µm). OD'den ora serrataya doğru gidildikçe bu kalınlık azalır. Bu değişken kalınlık, retinanın farklı bölümlerindeki işlevsel gereklilikleri yansıtır ve görsel bilginin işlenmesi ve iletilmesi sürecinde önemli bir rol oynar.

Ganglion hücre tabakası: Ganglion hücreleri, retinanın nöroglial hücreler arasına dağılmış olan ve görme işlevinin üçüncü sıra nöronlarını oluşturan hücrelerdir. Bu hücrelerin gövdeleri, retinanın çeşitli katmanlarına dağılmış durumdadır ve bipolar veya multipolar olabilirler. Ganglion hücrelerinin dağılımı retinanın farklı bölgelerinde değişiklik gösterir. Makuladan perifer doğru gidildikçe, her fotoreseptör hücreye düşen ganglion hücre sayısı azalır. Periferik retinada ganglion hücreleri genellikle tek bir tabaka halinde yer alırken, optik disk OD'nin temporal tarafında iki tabaka, foveolanın etrafında ise 6-8 tabaka oluştururlar.(17) Ganglion hücre tabakası foveola ve optik sinir başında bulunmaz.

İç pleksiform tabaka: Retinanın ikinci sıra nöronları olan bipolar hücreler ile üçüncü sıra nöronları olan ganglion hücreleri arasında sinaptik bağlantıların olduğu bölgedir. Müller hücrelerinin uzantıları da bulunur. Foveolada bulunmaz.

İç nükleer tabaka: Bipolar, horizontal, amakrin, interpleksiform hücreler ile destekleyici Müller hücre çekirdekleri, 8 ila 12 sıra halinde sıkıca düzenlenmiş bir yapıda bulunmaktadır. Bu düzenleme, bu hücrelerin işlevsel yerleşimini ve etkileşimlerini yansıtır.(18) Foveada bulunmaz.

Dış pleksiform tabaka: Dış üçte ikilik bölümü, fotoreseptörlerin iç lifleri ve Müller hücrelerinin uzantılarından meydana gelirken, geriye kalan üçte birlik kısmı ise bipolar ve horizontal hücrelerin dendritleri ile yine Müller hücrelerinin uzantılarından oluşmaktadır. Bu tabaka, özellikle makulada en kalın yapısına ulaşır ve yaklaşık 51 μm kalınlığında ölçülmektedir. Bu kalınlık, esas olarak foveadan yayılan liflerden kaynaklanmaktadır.(19)

Dış nükleer tabaka: Dış sınırlayıcı membranın iç kısmında yer alan dış nükleer tabaka, fotoreseptör hücrelerinin gövdelerini ve çekirdeklerini barındırır. Optik disk bölgesinin nazal tarafında bu tabakanın kalınlığı yaklaşık 45 μm civarındadır, bu kalınlık disk bölgesinin temporal tarafına doğru ilerlerken 22 μm 'a kadar azalmaktadır.

Dış limitan membran: Optik diskten ora serrataya kadar uzanan yapı, daha sonra siliyer epitelin pigmentli ve pigmentli olmayan kısımları arasındaki bazal lamina ile devam eder. Bu yapı, gerçek bir membran formunda değildir ve yaklaşık 1 mikron kalınlığında olup, esas olarak fotoreseptör hücreleri ile Müller hücrelerinin arasındaki bağlantılardan meydana gelir.

Fotoreseptör hücre tabakası: Bu tabaka, fotoreseptör olarak bilinen rod ve kon hücrelerini içermektedir. Retinada yaklaşık 7 milyon kon ve 130 milyon rod hücresi bulunmaktadır. Rod hücreleri, çok yüksek bir hassasiyete sahip olup, tek bir fotonla bile uyarılabilirler. Bu hücrelerin boyutları yaklaşık 100-120 mikron arasında değişir. Rodlar, renk algılamada etkili değildir ve daha çok loş ışık koşullarında görüntü algılamada görev alırlar. Rod hücrelerinin dış kısımlarında, ışığa duyarlı bir pigment olan rodopsin bulunur. Diğer yandan, koni hücrelerinin yapıları rod hücrelerine benzer ancak dış kısımları koni şeklindedir ve bu hücreler parlak ışıklı ortamlarda görüntü algılama işlevi görürler. Koni hücreleri özellikle fovea bölgesinde yoğun bir şekilde bulunurlar.(20)

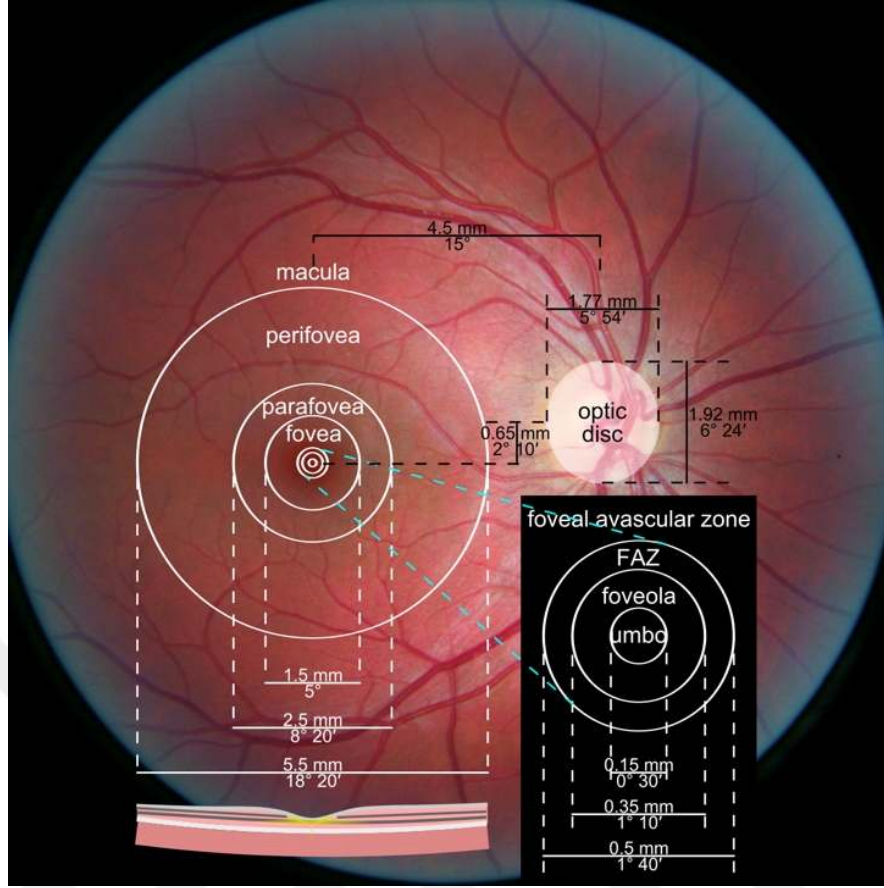
Retina pigment epiteli: Retinanın en dış tabakası, poligonal yapılı ve

pigment içeren hücrelerden oluşan bir yapıdır. Bu tabaka, fotoreseptör hücrelerin ve altında yer alan koryopakillarisin işlevselliğinin korunmasında önemli bir rol oynar. Bu tabakanın temel görevlerinden biri, fotoreseptör hücrelerin dış segmentlerinden kaynaklanan atık ürünleri etkili bir şekilde uzaklaştırmaktır. Aynı zamanda, ışığı absorbe ederek retinayı oksidatif hasara karşı korur.(21)

RPE, bruch membranına sıkıca bağlı, tek sıralı ve yaklaşık beş milyon melanin içeren hücreden oluşan bir katmandır. RPE hücreleri, ora serrataya doğru ilerledikçe daha yassı ve geniş bir yapıya bürünürler. Yaşın ilerlemesiyle birlikte, maküler bölgede bulunan pigmentli hücrelerin yüksekliği artarken, genişliği azalma eğilimindedir. Buna karşılık, perifer retinada bulunan hücrelerde tam tersi bir durum gözlemlenir: bu hücreler genişlerken yükseklikleri azalır. Bu değişiklikler, yaşla birlikte retinanın farklı bölgelerinde meydana gelen yapısal ve işlevsel değişimleri yansıtır.(22)

2.2.1.Santral Retina (Makula)

Makula, üst ve alt temporal vasküler arklar arasında yer alan ve çapı yaklaşık 6 mm olan bir retinal bölgedir. Koni hücrelerinin aksonlarında bulunan sarı ksantofil karotenoid pigmentler (zeaksantin ve lutein) nedeniyle bu bölge kısmen sarı bir renge sahiptir. Makula özellikle fotopik (gün ışığında) ve renkli görüşten sorumlu olan bir alandır ve bu özellikleriyle gözün keskin görme yeteneğine katkı sağlar. Periferik retinadan farklı olarak, makula bölgesinde gangliyon hücre tabakası birden fazla katmana sahiptir. Bu çok katmanlı yapı, makulanın görsel işlemedeki önemli rolünü ve yüksek çözünürlüklü görme yeteneğini destekler.Dört ana parçaya ayrılır: fovea, foveola, parafovea ve perifovea.(Şekil 2.2)



Şekil 2.2: Makulanın topografik anatomisi

Umbo: Fovea'nın en merkezinde bulunan ve bir çukur şeklinde olan umbo, foveolar ışık refleksinin toplandığı özel bir alandır. Bu bölgede esas olarak koni fotoreseptörlerinin bulunur.

Fovea: Makulanın merkezinde yer alır ve optik disk merkezinin yaklaşık 4 mm temporalinde ve 0.8 mm aşağısında konumlanır. Bu bölgenin çapı yaklaşık 1,5 mm civarındadır ve yaklaşık 1.85 mm çapında bir alana (görme alanının yaklaşık 5°'lik bir kısmını temsil eder) sahiptir. Ayrıca, ortalama 0.25 mm'lik bir kalınlığı vardır. Foveal çukurun tabanını oluşturan aşağı eğimli sınır, klivus olarak adlandırılır. Fovea, özellikle renkli ve keskin görme işlevi için uygun bir yapıya sahiptir ve gözdeki tüm koni hücrelerinin yaklaşık %10'u bu bölgede bulunur.

Foveola: Çapı yaklaşık 0,35 mm ve kalınlığı 0,13 mm olan, görme alanının sadece 1°'lik bir kısmına karşılık gelen bir retinal bölgedir. Bu küçük alan, retinadaki en yüksek görme keskinliğini sağlayan bölge olarak kabul edilir.

Foveola'nın bu özelliği, koni hücrelerinin burada özel bir şekilde yerleştirilmesinden ve aynı zamanda avasküler (kan damarı içermeyen) yapısından kaynaklanmaktadır. Foveola'nın altında yer alan koryokapillarisin zengin koroid dolaşımı sayesinde, bu bölge genellikle çevresindeki retinadan daha koyu kırmızı bir renkte görünür.

Parafovea: Foveayı çevreleyen yaklaşık 0,5 mm çapında bir bölgedir. Bu alan, retinanın gangliyon hücre tabakası, intranükleer (iç nükleer) tabaka ve dış pleksiform tabakanın en kalın olduğu yer olarak dikkat çeker. Özellikle dış pleksiform tabakada, bu bölgede Henle katmanı olarak bilinen bir yapı oluşur. Ayrıca, sinir lifi tabakasının en kalın olduğu bölge olan papillomaküler demet, parafoveanın nazal (burun tarafına yakın) bölgesinde yer alır.

Perifovea: Maküla bölgesinin periferik kısmı olan perifovea, parafoveayı çevreleyen yaklaşık 1,5 mm genişliğinde bir kuşaktır. Bu bölge, retinada çok sayıda gangliyon hücre tabakası ve altı tabaka bipolar hücre tabakasını içerir. Fovea merkezinden 2,75 mm mesafede bulunan perifovea, gangliyon hücre tabakasının diğer periferik retina bölgeleri gibi tek katlı olduğu bir alanı kapsar. Bu bölgedeki koni-rod oranı 1:2 olarak belirlenmiş olup, bu oran perifoveanın görsel işlevselliği açısından önemli bir gösterge olarak kabul edilir.

2.2.2.Periferik Retina

Periferik retina, görsel alanın genişletilmesinde önemli bir role sahiptir ve genellikle dört ana bölgeye ayrılır: yakın perifer, orta perifer, uzak perifer ve ora serrata.

Yakın perifer: Makulanın etrafında 1,5 mm'lik bir bölgeyi kaplar

Orta perifer: Yakın periferin etrafında yer alan ve yaklaşık 3 mm genişliğinde bir bölgeyi kapsar. Bu bölgede, koni hücrelerinin yoğunluğu 100 mikrometre kare başına yaklaşık 8 ila 10 adet arasında değişir. Bu koni hücreleri arasında, en az 3 rod hücresi bulunması da karakteristiktir.

Uzak perifer: Optik diskten temporal tarafta yaklaşık 9-10 mm genişliğinde bir alana yayılırken, nazal tarafta bu genişlik 16 mm'ye kadar

ulaşır. Bu asimetrik yapı, optik sinirin göz küresinin nazal tarafında bulunan konumundan kaynaklanır.(23)Bu alandan sonra ora serrata başlar.

Ora serrata: Bu alan, silier cisim ile retinanın birleştiği nokta olarak tanımlanır ve burada nöral retina sona erer. Ora serrata, yaklaşık 2 mm genişliğinde bir geçiş bölgesi olup, çok katmanlı nöral retinadan tek katlı, pigmentsiz siliyer epitel tabakasına geçişi temsil eder.(24)

2.3.Retinal dolaşım

Santral retinal arter (SRA), retinanın iç 2/3 kısmını besler ve internal karotid arterin (İKA) birincil dalı olan oftalmik arterin (OA) bir dalıdır. Retinanın dış 1/3 kısmını, yani RPE ve fotoreseptörleri besleyen damarlar ise koroidal arterlerdir. Retinal ve koroidal damarlar, her ikisi de oftalmik arterden dallanmalarına rağmen, morfolojik ve fonksiyonel açıdan farklılıklar gösterirler.

2.3.1.Santral Retinal Arter

OA genellikle ilk dalı olan SRA, bağımsız bir dal olarak ortaya çıkabileceği gibi, Posterior siliyer arterlerden (PSA) biriyle de ortak bir dal oluşturabilir. SRA, OD'den yaklaşık 10-15 mm uzaklıkta duran bir geçiş noktasından geğerek, optik sinire girer ve globun içinde optik sinirin merkezinde santral retinal ven ile birlikte ilerler. Bu yolculuğu sırasında, SRA çoğunlukla optik sinirin pial damarlarıyla anastomoz yaparak çok sayıda dal verir.(25,26) Optik diskten önce alt ve üst dallara, sonra da temporal ve nazal dallara bölünerek tüm retina boyunca dağılır. Bu ayrılan arter dalları ve venler, retina sinir lifi tabakasında seyreder. SRA'in dallanmaları, perifere doğru ilerleyerek arterler, arteriyoller ve kapillerleri oluşturur.

2.3.2.Siliyoretinal Arter

Koroidden kaynaklanabileceği gibi çoğunlukla PSA'nın dalıdır.İnsanların %6-49 unda bulunmakta olup retinal dolaşıma destek sağlar.Daha çok temporal bölgede olmakla birlikte daha çok optik sinirin başında yerleşim gösterir.(27)

2.3.3.Retinal arteriyoller

Retinal arterler, vücuttaki diğer arterlerden farklı özelliklere sahiptir. Örneğin, internal elastik lamina ve düz kas katmanları bu arterlerde mevcut değildir. Bu nedenle, retinal arterler, anatomik yapısı itibarıyla arteriyoller olarak kabul edilir ve bu şekilde isimlendirilir. OD çıkışında bile intraluminal çapın yaklaşık 100 mikron olması, bu sınıflandırmayı destekler. Retinal arterler, kadran dallarını verir ve daha sonra periferik retinada prekapiller arteriyoller olarak üçüncü ve dördüncü bifürkasyonlardan sonrasında son bulur. Bu arteriyoller, retinada genellikle dikotomik ya da dik açıyla dal verir. Retinada, interarteriyel veya arteriyovenöz anastomozların olmadığı da bilinir.

2.3.4. Kapillerler

Retinal arteriyoller, yaklaşık 5 mikrometre çapında olan kapiller damarlara dönüşerek devam ederler. Bu kapiller ağ, afferent arteriyoller, efferent venüller ve bu iki yapı arasında yer alan kanallardan oluşur.

Retinal kapillerler, koryokapillerlerin aksine geçirgen olmayan duvarlara sahiptir ve bu nedenle sızdırmazlar. Kan-retina bariyeri, iki ana bileşenden oluşur: İç kan-retina bariyeri ve dış kan-retina bariyeri. İç kan-retina bariyeri, retinal kapillerleri çevreleyen Astrosit ve Müller hücreleri ile birlikte, lipid ve proteinlerin sızmasını engelleyen seçici geçirgen sıkı bağlantılar (zonula okludens) içerir. Dış kan-retina bariyeri ise, RPE hücreleri arasındaki sıkı bağlantılardan oluşur. Kapillerler, zonula okludenslerle birbirlerine sıkıca yapışık endotel hücrelerine ve kasılmalarını sağlayan perisitlere sahiptir. Endotel hücrelerinin mitoz bölünme potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir, bu da vasküler hasar sonrasında kan-retina bariyerinin yeniden oluşabilmesini mümkün kılar.

2.3.5 Retinal Venler

Kan, retinal arteriyollerden başlayarak kapiller ağ aracılığı ile retinal venüllere geçer ve bu noktadan itibaren retinal ven damarlarına akar. Daha sonra kan, santral retinal vene (SRV) ulaşarak buradan drene olur. SRV, gözü optik sinir yoluyla terk eder. Venöz kan, SRV üzerinden oftalmik vene aktarılır ve sonrasında kavernöz sinüse drene olur.

2.3.6. Lenfatik Damarlar

Retinada lenfatik damar bulunmamaktadır.

2.3.7. Retinal Damarların Yapısı

İnsan retinasındaki en büyük arteriyollerin duvarları, beş ila yedi kat düz kas hücrelerinden (tunika media) oluşmaktadır. Bu düz kas hücrelerinde bulunan aktin filamentleri, retinal arteriyollerin çevresinde dairesel bir biçimde yer alır. Vasküler ağın birkaç dalından sonra, retina periferisine doğru ilerlendiğinde, düz kas hücrelerinin katman sayısı bir veya ikiye düşer. Retinal arteriyollerde düz kas hücreleri, hem dairesel hem de longitudinal olarak yerleşmiştir ve her biri, artan miktarda kolajen içeren bir bazal lamina ile çevrili aselüler adventisya (tunika eksterna) tarafından desteklenir.(28)

Endotel hücreleri, damarın iç yüzeyini kaplayan tunika interna'nın bir bileşenidir ve damar boyunca uzunlamasına düzenlenirler. Bu hücreler, düz kas hücreleri ve perisitler ile birlikte ortak bir bazal membranı paylaşır. Bu bazal membran, tip IV kolajen, fibronektin, laminin, matriks metalloproteinazlar (MMP-2 ve MMP-9) ve serin proteaz gibi bileşenlerden meydana gelir. Ayrıca, bazal membran, vazoaaktif maddelerin geçişini ve uzaklaştırılmasını düzenleyen kritik bir yüzey olarak işlev görür. (29) Kapiller duvar, üç farklı yapıdan oluşmaktadır: endotel hücreleri, intramural perisitler ve bazal lamina. Endotel hücreleri, kapillerin eksenine paralel bir şekilde dizilir. Bu hücrelerin birbirine bitişik yüzeyleri boyunca yoğun bağlantı kompleksleri mevcuttur.(30)

Endotel hücre uzantıları sık sık birbirine girer ve bu uzantıların dudak benzeri çıkıntıları, komşu hücreler arasında adhezyon kompleksinin konumunu belirler. Sürekli bir endotel hücre katmanı, endotelyal hücrelerle neredeyse eşit oranda katman oluşturan intramural perisitler tarafından desteklenen bazal lamina ile kaplıdır. Klinik ve deneysel çalışmalar, perisitlerin mikrovasküler gelişim ve damar tonusunun düzenlenmesinde önemli roller oynadığını ortaya koymaktadır.(31)

2.4. Koroidal Dolaşım

Koroid, vücuttaki en yoğun kanlanma gösteren dokular arasında yer alır. Bu doku, OA dallarından kaynaklanan koroidal damarlar tarafından kanlanır. Koroid ayrıca, dış retina katmanının beslenmesinden de sorumludur. Yapısal ve işlevsel açıdan sağlıklı bir koroid damar ağı, retinanın normal işlevlerini sürdürebilmesi için hayati öneme sahiptir. Anormal koroidal kan hacmi veya akışı, fotoreseptörler ve RPE tabakasında işlevsel bozukluklara yol açabilir. Koroidal kan akışı, iki ayrı vasküler sistem tarafından sağlanır: posterior koroidi besleyen kısa PSA ve anterior kısmı besleyen uzun PSA'ler (iris ve siliyer cisimi de içerir). Koroidin kanlanması, segmental bir yapı gösterir; bu segmental kan dağılımı PSA dallarının seviyesinde başlar ve vorteks drenaj sistemi ile devam eder.

Koroid, histolojik olarak 5 tabakaya ayrılır (32). En iç tabakadan başlayarak sırasıyla;

1. Bruch membranı
2. Koryokapillaris (kapiller tabakası)
3. Sattler tabakası (orta çaptaki kan damarları tabakası)
4. Haller tabakası (geniş çaptaki kan damarları tabakası)
5. Suprakoroidea (koroid ve skleranın geçiş zone)

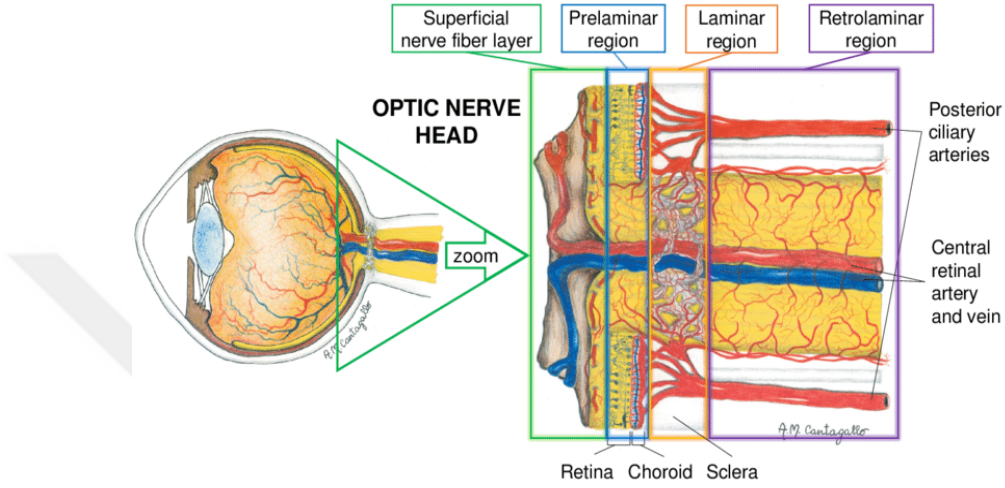
Koryokapillaris, Bruch membranına yakın, yüksek derecede anastomoz gösteren bir kapiller ağ tabakasından oluşur. Bu tabaka, özellikle fovea bölgesinde yaklaşık 10 µm kalınlığına ulaşır ve kapiller yoğunluğun en fazla

olduğu yer burasıdır. Perifere doğru ilerledikçe, bu tabakanın kalınlığı yaklaşık 7 µm'a kadar incelir. Sattler tabakasındaki arteriyollerden kaynaklanan kapiller damarlar, koryokapillaris lobüler bir yapı kazandırarak hegzagonal şekilli kanlanma alanları oluşturur. Koryokapillaris, kırmızı kan hücrelerinin geçişine izin veren, 40-60 µm çapında geniş kapillerlerden meydana gelir. Retina kapiller damarlarının aksine, koryokapillaris oldukça incedir ve 700-800 nm çapında fenestrasyonlara sahiptir, bu da moleküllerin daha hızlı taşınmasını sağlar.(32) Koryokapillaristen drene olan kan, venöz toplayıcı damarlar aracılığıyla vorteks venleri ve inferior oftalmik venler yoluyla orbitadan ayrılır ve kavernöz sinüse akar. Koroidal dolaşım, retinal dolaşımdan farklı olarak otoregülasyona sahip değildir. Bunun yerine, otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir, bu da koroidal dolaşımı sistemik kan basıncındaki ani değişikliklere karşı korur. Koroidal dolaşımın diğer işlevleri arasında ışığın absorpsiyonu, termoregülasyon ve vazomotor yoluyla kan akımının düzenlenmesi, ayrıca göz içi basıncının regülasyonu bulunur.

2.5. Optik Sinir Başı Anatomisi ve Kan Dolaşımı

Optik sinirin arteriyel beslenmesi, OA ve onun dallarından tamamen sağlanır. İKA ilk dalı olan oftalmik arter, İKA'dan yaklaşık 5 mm çapında ve 90 derecelik bir açıyla ayrılır. OA'nın çapı yaklaşık 0,5 mm'dir ve göze kan taşıyan temel damarlardır. OA'nın oküler dalları arasında süperior retina arteri ve PSA bulunur. PSA'ler genellikle birden fazla dallanır ve en yaygın dalları medial ve lateral posterior siliyer arterlerdir. Ana PSA'ler, sklerayı delmeden hemen önce veya sonra birkaç kısa PSA'ye ayrılır. Bu dallanma, optik sinir başına ve çevresine kan akışını sağlar, böylece gözün bu kritik bölümünün ihtiyaç duyduğu oksijen ve besinleri taşır.(33) Genellikle, medial ve lateral paraoptik kısa PSA'ler anastomozdur ve sklera içindeki optik sinir çevresinde suprakoroidal boşluğun yaklaşık 100±300 mm arka kısmında eliptik bir daire oluşturur. Optik sinirin anterior kısmı dört bölgeye ayrılabilir (Şekil 2.3):

1. Yüzeysel sinir lifi tabakası
2. Prelaminar bölge
3. Lamina kribroza
4. Retrolaminar bölge



Şekil 2.3: Optik sinir başının horizontal kesiti(Daniele Prada PhD, Alon Harris MS, PhD, FARVO, Giovanna Guidoboni PhD, Brent Siesky PhD, Amelia M. Huang BS and Julia Arciero PhD Survey of Ophthalmology, 2016-03-01, Volume 61, Issue 2, Pages 164-186)

Yüzeysel Sinir Lifi Tabakası: Optik sinir başının en iç kısmında yer alan sinir lifi tabakası, sıkı bir şekilde dizilmiş sinir liflerinden oluşur. Bu lifler, internal sınırlayıcı membran ile vitreus gövdesinden ayrılır. Yüzeysel sinir lifi tabakasının vasküler paterni, prelaminar bölgeden ve süperior retina arteri ve onun dallarından oluşan bir ağdan meydana gelir. Ayrıca, temporal sinir lifi tabakası bazen siliyoretinal arterden kan alabilir. Bu bölgede koroid veya koryokapillarisin katkısına rastlanmaz. Retinal arterlerin vasküler yatağından kaynaklanan damarlar genellikle arteriyoller ve prekapillerlerken, prelaminar bölgeden kaynaklanan damarlar daha çok prekapillerler ve kapiller damarlar

şeklinde. Bu farklılık, optik sinir başının farklı bölgelerine özgü kanlanma ihtiyaçlarını ve vasküler yapılarını yansıtır.

Prelaminar Bölge: Prelaminar bölge, sinir lifi tabakasının hemen arkasında ve peripapiller koroid ile bitişik bir konumda yer alır. Bu alanda, miyelinsiz aksonlar, astrositler, kapillerler ve bağ dokusu bulunur. Astrositlerle çevrili miyelinsiz akson demetleri, retina katmanlarından ayrılarak Kuhnt dokusu adı verilen glial bir ara doku halkası ile çevrelenir. Bu glial dokunun devamı olan Jacoby sınır dokusu ve kollajen içerikli Elschnig dokusu, koroidi sinir liflerinden ayırır. Prelaminar bölge, kısa PSA doğrudan dalları ve Haller ve Zinn arter çemberinden köken alan damarlar yoluyla beslenir. Bazı araştırmacılar, bu bölgenin ayrıca koroidden de beslenme ihtimali olduğunu belirtirler.(34) Prelaminar bölgedeki mikrovaskülarizasyon, birkaç arteriyolden ve çoğunlukla hakim olan prekapiller ve kapiller damarlardan oluşan geniş bir ağ ile karakterize edilir. Bu damarlar, sinir lifi demetleri etrafında ve astrositik septalar içinde düzenlenmiştir, böylece bu bölgenin kanlanması ve beslenmesi sağlanır. Bu düzenlenme, optik sinir başının bu kritik bölümü için gerekli olan oksijen ve besin maddelerinin etkin bir şekilde taşınmasını sağlar.

Lamina Kribroza: Skleral foramen boyunca, yoğun ve kompakt bir bant şeklinde düzenlenen bir yapı bulunur. Bu bölge, yoğun bir kollajen tabakası içerir ve bu tabakanın yanı sıra fibronektin, elastin ve laminin gibi bileşenler de içermektedir. Elek şeklindeki yapısı sayesinde, içerisinde bulunan çok sayıdaki oval delikler, sinirlerin ve santral retina damarlarının geçişine olanak tanır. Lamina kribroza olarak adlandırılan bu yapı, transvers girişli arterler tarafından beslenir. Lamina kribrozanın kan akışı, doğrudan veya Haller ve Zinn'in arteriyel çemberi yoluyla kısa PSA tarafından sağlanır. Bu arterler, optik sinirin bu bölümüne ana kan akışını temin eder. Peripapiller koroid, nadiren bu bölgeye küçük arteriyollerle katkıda bulunabilir. Lamina kribroza'nın arka kısmında yer alan damarlar, ön kısmında bulunan prekapiller ve kapiller damarlara göre genellikle daha büyük olma eğilimindedir. Bu yapısal özellikler, optik sinir başının ve çevresinin karmaşık ve hayati öneme

sahip vaskülarizasyonunu yansıtır, bu da görsel işlevin sürdürülmesi için gerekli olan oksijen ve besin maddelerinin etkin bir şekilde taşınmasını sağlar.

Retrolaminar Bölge: Retrolaminar sinir aksonları, retina ve optik sinir başındaki aksonlardan farklı olarak miyelinli bir yapıya sahiptir. Miyelin kılıfı oluşturmakla görevli hücreler olan oligodendrositler, retrolaminar bölgede sayıca artar ve bu bölgede astrositlerin yerini almaya başlarlar. Retrolaminar sinir, intraorbital optik sinirin bir parçası olarak dura, araknoid ve pia mater kılıflarıyla çevrilidir. Akson demetleri, bağ dokusu septaları tarafından oluşturulan poligonal boşluklarda yer alır. Orbita içerisinde optik sinir, rektus kasları ile çevrilidir; özellikle superior ve medial rektus kaslarının kılıfları, optik sinirin kılıfına yapışır. Retrolaminar optik sinirin kan akımı, çoğunlukla pia materi perfore eden çok sayıda damardan sağlanır. Retrolaminar optik sinirin intraseptal damarları, öncelikle pial kılıftan çıkan arterlerden ve arteriollerden dallanan büyük prekapiller ve kapiller damarlardan oluşur. Bu pial damarlar, beslenmelerini doğrudan OA veya PSA rekürren dallarından alırlar. SRA, küçük dallarla retrolaminar optik sinirin kanlanmasına ara sıra katkıda bulunabilir, ancak bu katkı önemli ölçüde değildir.

2.6. Retina Sinir Lifleri Tabakası (RSLT)

Retina sinir lifi tabakası, retina ganglion hücrelerinin aksonları, retina damarları, astrositler ve Müller hücrelerinden oluşur. Bu tabakada, astrositler tarafından çevrelenmiş retina ganglion hücresi aksonları bulunur. OD doğru, nazaldan gelen sinir lifleri direkt olarak OD'ye girerken, temporal bölgeden gelen lifler, foveanın etrafından dolanarak optik diske ulaşır. Perifer retinadan gelen lifler, optik diskin periferinde yer alırken, santral retinadan gelen lifler ise diskin santraline daha yakın bir şekilde seyrederler.(35) Müller hücreleri, retinanın yapısal destek unsurları olarak önemli bir role sahiptirler ve bu yüzden "retinanın iskeleti" olarak adlandırılırlar. Bu hücreler, retina içerisindeki boşlukların desteklenmesinde önemli bir işlev görürler, böylece retinanın yapısal bütünlüğü ve işlevselliği korunur. Ayrıca, nöral dokuların desteklenmesi ve iç limitan membranın oluşumunda da kritik rolleri

vardır. Retinanın damarsal yapıları, özellikle retina sinir lifi tabakasının yüzeysel bölgesinde yer alır. (36)

2.7. Optik Koherens Tomografi Anjiyografi (OKTA)

OKTA, retina, koroid ve OD damarlarındaki eritrositlerin hareket kontrastlarını saptayarak ve bu bilgiyi işleyerek kapiller ağların ve dış retinanın üç boyutlu ve kesitsel görüntülerini oluşturur. Bu yöntem, yüksek çözünürlüklü, boya gerektirmeyen, invaziv olmayan ve hızlı bir görüntüleme teknolojisidir. OKTA, Makita ve arkadaşları tarafından 2006 yılında ilk kez tasarlanmıştır ve o zamandan beri özellikle oftalmoloji alanında retina ve koroid hastalıklarının teşhis ve takibinde kullanılmaktadır.(37)

OKTA ile retinal kan dolaşımının tespiti üç aşamalı bir süreçten geçer. Bu süreç, gözün mikrovasküler yapısının detaylı ve net bir şekilde görüntülenmesini sağlar:

Hareket kontrastının tespiti: İlk olarak, OKT cihazı kullanılarak, retinadaki hareketli nesnelerin (genellikle eritrositlerin) hareket kontrastı tespit edilir. Bu, kan akışını belirlemede kritik bir adımdır.

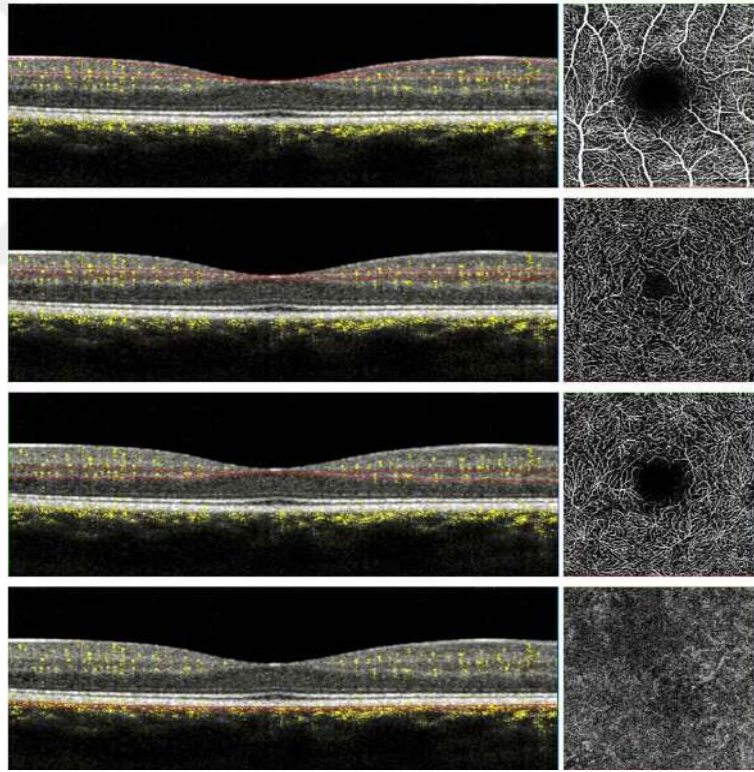
Ardışık B-kesitin alınması ve farkın tespiti: İkinci aşamada, OKT ile aynı retina bölgesinden ardışık olarak B-kesitler (kesitsel görüntüler) alınır. Bu kesitler arasındaki zamanla ilişkili farklar, hareket eden eritrositlerin varlığını gösterir ve bu sayede kan akışı tespit edilir.

Bilgisayar ortamında işleme: Son aşamada, elde edilen bu farklılıklar bilgisayar ortamında işlenir. Bu işlemle, OKT ile kesit alınan bölgedeki retinal damar yapısı detaylı bir şekilde ortaya çıkarılır.

Bu algoritma, 0.4 ila 3 mm/s arasındaki hızlara duyarlıdır. Bu hız aralığı içinde bulunan, daha büyük ve daha yüksek akıma sahip olan damarlar, en yüksek sinyal değerlerinde görüntülenir. Böylece, düşük çekim süresinde yüksek kaliteli vasküler görüntüler elde edilir.(38)

OKTA kullanarak retina ve koroiddeki damar ağlarının üç boyutlu görüntüleri elde edilirken, retinanın çeşitli katmanlarının ayrıntılı bir şekilde ayrıştırılması gerekmektedir. Bu ayrıştırma işlemi, belirli referans hatları kullanılarak yapılır. Bu hatlar şunlardır: internal limitan membran, iç pleksiform tabakanın dış sınırı, dış pleksiform tabakanın dış sınırı ve Bruch membranı. OKTA teknolojisi, iç limitan membran ile iç pleksiform tabaka arasındaki yüzeyel kapiller pleksusu (YKP), iç pleksiform tabaka ile dış pleksiform tabaka arasındaki derin kapiller pleksusu (DKP), ve dış retina ile koryopakillaris tabakalarını otomatik olarak ayırır ve segmente eder.

OKTA'da segmentasyon tabakaları ve kapiller pleksuslar şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4: OKTA da segmentasyon tabakaları ve kapiller pleksuslar. Yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla yüzeyel, orta ve derin kapiller pleksus ve koryopakillaris (Borrelli, E., Parravano, M., Sacconi, R. *et al.* Guidelines on Optical Coherence Tomography Angiography Imaging: 2020 Focused Update. *Ophthalmol Ther* 9, 697–707 (2020).

OKTA segmentasyon özelliği sayesinde şu tabakaları gösterebilir:

1. Vitreus avaskülerdir.

2. Yüzeyel retina pleksusu, iç retinanın yüzeyel kısmı olan iç İLM ve iç pleksiform tabaka arasındaki vasküler tabakadır.
3. Derin retina pleksusu iç pleksiform tabakanın dış sınırından dış pleksiform tabakanın sınırına kadar olan vasküler tabakadır.
4. İç retina (yüzeyel ve derin retina pleksuslarının toplamı), İLM ile dış pleksiform tabakanın dış sınırına kadar olan vasküler tabakadır.
5. Dış retina, dış pleksiform tabakanın dış sınırından RPE' ye kadar olan avasküler tabakadır.
6. Koryokapillaris, Bruch membranından arkaya doğru 10-20 mikron kalınlığındaki tabakadır.
7. Derin koroid, Bruch membranından 20 mikron daha aşağıda geniş koroidal damarları içeren vasküler tabakadır.
8. Koroid, koryokapillaris ve derin koroid tabakalarını içeren vasküler bir tabakadır.

Sinir başı değerlendirmeleri sırasında, internal limitan membranın yaklaşık 150 µm derinliğine kadar olan bölge dikkate alınır. Bu derinlikteki kanlanma, değerlendirme için hesaplanır ve radyal peripapiller kapillerler de bu ölçüme dahil edilir. Belirtilen bu tabakalandırma, ideal sınırlara göre değişkenlik gösterebilir ve gerekirse manuel olarak düzeltilmesi mümkündür. Kullanıcılar, incelemek istedikleri özel bölgelere göre tabaka sınırlarını ayarlayabilirler.

2.8. Arka Kapsül Kesafeti

Katarakt cerrahisi son yıllarda gelişmiş olmasına rağmen, ameliyat sonrası komplikasyonlar hala meydana gelmektedir. En yaygın komplikasyon AKK'dir ve bu, çok faktörlü bir etyolojiye sahiptir.(39)

AKK, esas olarak katarakt ameliyatı sonrası artan lens epitelyal hücrelerinin (LEH) göç etmesi ve çoğalması ile bu hücrelerin fibroblastik ve lens lifi benzeri hücrelere dönüşmesi nedeniyle oluşur. Bu durum genç hastalarda daha sık ve daha şiddetli olarak meydana gelir, çünkü bu hastalar daha fazla sayıda LEH bulunmakta ve daha büyük mitotik aktivite göstermektedirler. Bu nedenle, gelişmiş ameliyat tekniklerinin geliştirilmesinin yanı sıra, AKK'yı önlemek için etkili ve güvenli bir yöntem geliştirmeye yönelik araştırmalar devam etmektedir.

AKK niceliksel görme bozukluklarına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda görme kalitesini de azaltır. Bunlar içerisinde kontrast hassasiyetinde azalma, halo etkisi ve binoküler görmede bozulma bulunmaktadır.(40)

Katarakt ameliyatında kullanılan tekniklerde ve lens tasarımında iyileştirmelere rağmen, istatistiksel olarak, AKK'nın ameliyattan sonra ilk yıl içinde yaklaşık %11.8 oranında, 3 yıl içinde neredeyse %20.7 oranında ve 5 yıl içinde %28.4 oranında meydana geldiği bildirilmiştir.(41)

2.8.1. Risk Faktörleri

AKK'nın gelişimi, hasta ile ilgili faktörler, cerrahi tekniği ile ilgili faktörler ve yerleştirilen GİL türü gibi faktörlerden etkilenir.

Hasta ile ilgili faktörler arasında genç yaş, üveit öyküsü, glokom, arteriyel hipertansiyon, metabolik hastalık, kataraktın türü (subkapsüler) ve travma bulunmaktadır.(42-45)

Bazı yazarlar, diyabetin AKK'nın gelişiminde bir rol oynayabileceğine inanmaktayken(46), bazıları diyabetin bir önleyici faktör olduğunu öne sürmektedir.(47)

AKK ile ilişkili olduğu kanıtlanan tek GİL ile ilgili faktör, yuvarlatılmış kenar ve fakoemülsifikasyon tekniğidir.(48) GİL'in optik kenarının geometrisi de önemli olup aynı zamanda haptiklerin şekli ve açılanması da önemlidir. Keskin arka optik kenara (360°) sahip GİL'lerle AKK'nın oluşma olasılığı çok daha düşüktür. Mian ve arkadaşları, üç parçalı lenslere sahip hastalarda yapılan arka kapsülotomilerin frekansının, tek parçalı lenslere sahip olanlara göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu bulmuştur.(49)

Ayrıca, yaygın hidrodiseksiyon ve lens parçalarının aspirasyonu ve arka kapsülün cilalanması(polish) AKK'nın meydana gelmesini azaltır, ancak işlem süresini uzatır ki bu da cerrahi travma riskini artırabilir. LEH'lerin tam olarak çıkarılamaması, travmatize dokular içinde LEH'lerin daha fazla çoğalmasına yol açabilir, bu da pro-inflamatuvar süreçleri şiddetlendirir(50)

2.8.2. Patofizyoloji

AKK'nin patofizyolojisi hala tam olarak aydınlatılamamıştır. Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (fakoemülsifikasyon cerrahisi dahil) sırasında, nükleus ve korteks çıkarılır ve lens kapsülü GİL implantasyonu için muhafaza edilir.(51,52) Katarakt ameliyatının başlangıçtaki başarısına rağmen, kapsülde her zaman arta kalan LEH'ler ve postoperatif inflamasyon vardır. Katarakt ameliyatı bir yara iyileşme reaksiyonu başlattığından, bu canlı LEH'ler tüm mevcut yüzeyler üzerinde, özellikle ön kapsülün altında veya dışında; GİL yüzeyleri; ve öncelikle daha önce hücresiz olan arka kapsül üzerinde, sonunda görsel eksenı etkileyecek şekilde çoğalmaya ve göç etmeye başlar.(53,54) Ayrıca, LEH'ler miyofibroblastlara dönüşüm geçirir ve epitel-mezankimal transformasyon sürecini yaşar. Bunun yanı sıra, anormal farklılaşmanın, Elschmig incilerinin yapısı olarak gösterilen şişmiş küresel hücrelere yol açtığı düşünülmektedir. GİL'lerin dışında lens lif farklılaşması ile Soemmerring halkasının yapısı oluşur. Böylece, matriks birikimi, kapsüler kırışıklık, artmış hücre agregasyonu ve Elschmig incileri birlikte önemli görsel bozulmalara neden olur.(55) Ayrıca büyüme faktörlerindeki (örneğin, dönüşen büyüme faktörü, fibroblast büyüme faktörü, epidermal büyüme faktörü ve insülin benzeri büyüme faktörü), hücre adezyon moleküllerindeki (örneğin, hücreler arası adezyon molekülü-1, çeşitli integrin ligandları ve CD44), ekstraselüler matriks bileşenlerindeki (örneğin, fibronektin, vitronektin ve kollajen), diğer sinyal molekülleri ve sinyal yollarındaki değişiklikler, arta kalan LEH fonksiyonlarını ve davranışlarını düzenlemede kritik bir rol oynar.(54)

2.8.3. Tedavi

AKK olan gözlerde görme keskinliğini arttırmak ve fundusu aydınlatabilmek için en sık yapılan işlem Neodymium: yttrium aluminum garnet (Nd: YAG) lazer kapsülotomidir.

Bu işlem, görsel ekseninde arka kapsülde bir açıklık oluşturmayı amaçlar. Lazer kapsülotomi, arka kapsül opasifikasyonu için standart ve etkili bir tedavi olarak kabul edilir. Etkili, hızlı ve görece kolay bir ayakta tedavi prosedürüdür, ancak bazı komplikasyonlar meydana gelebilir. Son çalışmalar, retina dekolmanı ile ilişkisini doğrulamamış olsa da, hafif kısa süreli göz içi basıncı artışından kistik makula ödemi veya makula delikleri nedeniyle görme bozukluğuna kadar değişen komplikasyonlarla ilişkili olabilir.(55,56)

Trinavarat ve arkadaşları, lazer kapsülotominin GİL hasarına, subluksasyona, yer değiştirmeye ve sekonder glokoma yol açabileceğini de fark etmiştir.(57)

2.9. Nd:YAG Lazer

Neodymium lazer 1961 yılında geliştirilmiş olup Nd: YAG lazer kapsülotomi ise 1978'den beri oftalmologlar tarafından rutin olarak kullanılmaktadır.Nd:YAG lazer, dokuda termal etki ve fotodisrupsiyon aracılığıyla iyonize edici etkiler yaratır. Fotodisrupsiyon sürecinde, çok kısa süre içinde belirli bir noktaya yoğunlaştırılan yüksek düzeyde lazer enerjisi, hedef dokudaki elektronların atomlarından ayrılmasına neden olur, bu durum bir "plazma" oluşumuna yol açar. Bu plazma, lazer ışınlarını emerek alttaki dokuların lazerin potansiyel zararlı etkilerinden korunmasını sağlar, bu da "plazma koruması" olarak adlandırılır. Plazmanın hızlı genişlemesi sonucu oluşan akustik ve şok dalgaları, dokunun iç gerilimiyle birleştiğinde, hedef dokuda parçalanma meydana gelir. Bu mekanizma, doku pigmentlerine bağımlı olmaksızın, saydam dokular üzerinde bile kesikler yapılabilmesine olanak tanır, bu da argon veya kripton lazerler gibi termal lazerlerden çok daha etkili bir yöntemdir. Fotodisrupsiyon ve fotoiyonizasyon etkileri, atomların serbest elektronlara ve iyonlara ayrılmasına neden olur, bu da moleküler bağların kopmasına ve makromoleküllerin ayrılmasına yol açar. Plazma, içindeki serbest elektronlar nedeniyle yüksek elektrik iletkenliğine sahip olan ve gaz benzeri mekanik özellikler gösteren, ancak yapı olarak gaz, sıvı ve katı maddelerden farklı olan bir madde durumudur ve bu maddenin dördüncü hali olarak kabul edilir. Nd: YAG lazeri tarafından oluşturulan doku hasarı, şok

dalgalarının etkisi, termal etki, elektromanyetik etki ve hedef dokuların çevresindeki dokuların hassasiyetine bağılı olarak değişkenlik gösterir. Bu, Nd: YAG lazerinin, dokuları kesme ve şekillendirme yeteneğinin temelini oluşturur ve bu teknolojiyi oftalmoloji dahil birçok tıbbi alanda değerli bir araç haline getirir.(58)

2.9.1. Nd: YAG Lazer Kullanım Modları

Nd YAG lazer oftalmolojide dört modda kullanılır.

Free-running mod: Termal etki yapar.

Continuous wave mod: Termal etki yapar. Yeni geliştirilmekte olup, freerunning moddan farkı devamlı enerji üretmesidir.

Q-switched lazer: Fotodisrüptif modda kullanılır. Tipik olarak 5–10 nanosaniyelik pulslar üretir

Mode-locked lazer: Pasif Q-switched lazer de denir. 6–10 arasında 30 picosaniyelik pulslar üretir. Nanosecond lazere göre az enerji oluşturur ve şok dalgası daha zayıf bir lazerdir. Mode-locked ve Q-switched lazerlere yüksek güçlü lazerler de denir.(58)

Temel modda, lazer ışını odak noktasında oldukça ince bir çizgi halinde yoğunlaşır. Bu, daha az enerji kullanımıyla hassas işlemlerin yapılabilmesini sağlar ve çevresel zararı en aza indirir. Çok modlu rejimde ise, lazer ışınının odak çapı artırılarak daha dirençli ve sağlam dokuların kesilmesi mümkün hale gelir. Genellikle GİL bulunan gözlerde, temel mod kullanılarak arka kapsül, vitreus membranlar ve iris ile lens arasındaki yapışıklıklar kesilebilir. Ayrıca GİL'in ön yüzeyinde görüşü bozan parçacıkların temizlenmesi ve önceden yapılacak ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu öncesinde ön kapsülotomi yapmak için de tercih edilir. Kalın ve güçlü membranlar genellikle çok modlu modda kesilir. Nd: YAG lazer, tek tek atışlar ya da puls demetleriyle çalıştırılabilir. Tek atışlar daha keskin sonuçlar verir ve GİL bulunan veya saydam GİL'li olgularda çevreye zarar verme ihtimali daha düşüktür, bu yüzden tercih edilir. Puls demetleri, tek atışlara kıyasla daha yıkıcıdır ve bu sayede dirençli yapıları daha az enerji ile parçalayabilir. Nd: YAG lazerle

yapılan kapsülotomi işlemlerinde, kontakt lensler hasta gözünü stabil hale getirir, aberasyonları giderir ve koni açısını artırarak kornea ve lens hasarını minimize eder.(58)

2.9.2. Nd: YAG Lazer Kullanım Alanları

- Nd: YAG lazer iridotomi
- Nd: YAG lazer fotomidriyazis ve pupilloplasti
- Nd: YAG lazer trabekülotomi
- Nd: YAG lazer anterior kapsülotomi, şineşiyolizis, vitreus bandı kesilmesi
- Nd: YAG lazer membranotomi, siklodiyaliz, gonyopunktur, gonyotomi, gonyoplasti, siklofotokoagülasyon(59)

2.9.3. Nd: YAG Lazer Kapsülotomi Endikasyonları

- Görme keskinliğinde azalma
- Arka kapsül opasifikasyonu sonucu gelişen ışığa karşı hassasiyet, göz kamaşması ve -kontrast algısında azalma
- Arka kapsül opasifikasyonunun neden olduğu çift görme
- Retinanın (fundusun) net bir şekilde gözlenememesi

2.9.4. Nd: YAG Lazer Kapsülotomi Kontrendikasyonları

- Düzeltilmesi mümkün olmayan göz içi basıncı artışı
- Kornea veya ön kamara hastalıkları nedeniyle arka kapsülün net olarak gözlenememesi
- Göz stabilitesinin korunamadığı durumlarda
- Görmenin olmadığı durumlarda

2.9.5. Nd: YAG Lazer Kapsülotomi Rölatif Kontrendikasyonları

- Bilinen veya şüphelenilen kistoid maküler ödem(KMÖ)
- Aktif göz içi enflamasyon

- Yüksek RD riski
- Korneal ödem(59)

2.9.6. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Tekniği

2.9.6.1. İşlem öncesi değerlendirme

Tüm hastalarda tedavi öncesi detaylı bir oftalmolojik öykü ve muayene gereklidir. Bir AKK'nın hastanın genel görsel kaybına etkisini değerlendirmek zor olabilir. Kapsüller kesafetler genellikle az görsel kayba neden olur. Kapsüller kesafetler eğik yarıklı lamba aydınlatmasında belirgin olabilir ancak kırmızı refle karşısında belirgin değildir. Direkt oftalmoskopi, kapsüller kesafeti değerlendirmek için en güvenilir tekniktir. Cerrahın retinal detaylara ilişkin görüşü genellikle hastanın gördüğüyle uyumlu olur. Retinoskopi ve kırmızı refle de önemli optik bozuklukları ortaya çıkarır. Hruby lensi veya 90 diyoptri lensi ile yapılan fundus muayenesi, kapsüller kesafetin doğru bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyabilir.

Lazer interferometre ve potansiyel görme keskinliği ölçeği, hafif ila orta derecede kapsüller kesafeti tespit edebilir ve makula fonksiyonunu tahmin edebilir. Her iki alet de, kapsüller kesafetin yanı sıra postkatarakt görme bozukluğunun en yaygın nedeni olan KMÖ varlığında yanlış pozitif ("iyi") görme keskinliği tahmini yapabilir. Yaygın arka kapsül kesafeti, kötü pupilla dilatasyonu, hastanın biyomikroskop muayenesindeki kötü duruşu, iletişim problemleri, okuryazarlığı olmaması, nistagmus, titreme, bunama, kötü hasta işbirliği ve yorgunluk nedeniyle yanlış negatif görme keskinliği tahminleri de meydana gelebilir.

Florescein anjiyografi için yeterli görüntüleme mevcut olabilir. Arka segment optik koherens tomografisi, hafif düzeydeki arka kapsül opasifikasyonlarında mümkün olabilir, ancak daha ileri düzeyler taramayı klinik olarak kabul edilemez düzeylerde bozabilir. Gereksiz kapsülotomi

önlemek için, kapsüller opasitenin görme kalitesini açıklamak için yetersiz görüldüğü hastalarda KMÖ düşünülmelidir.

2.9.6.2. Hastanın hazırlanması

İşlemin amacını ve yapılışı açıklanır ve bilgilendirilmiş onam alınır

İşlem sonrası göz içi basıncı (GİB) artışını en aza indirmek için, Nd:YAG lazer arka kapsülotomisi tamamlandıktan hemen sonra göze brimonidin, apraklonidin veya bir beta blokör ajanı damlatılmalıdır. Kontrendike ise, lazer tedavisini takiben herhangi bir GİB yükselmesini önlemek veya tedavi etmek için topikal veya sistemik bir karbonik anhidraz inhibitörü, prostaglandin analogu veya son derece hassas bir optik sinir durumunda, oral hiperosmotik ajan kullanılabilir.

Pupilin genişletilmesi, kapsülün geniş bir alanda görüntülenmesini kolaylaştırır. Pupil genişletme, iris-klips lensi durumları dışında, deneyimsiz cerrahlar için faydalıdır. Miyotik bir pupil olmaması durumunda, deneyimli bir cerrah için genişletme yapılmayabilir.

Pupili genişletmeden önce, pupil bölgesinin kapsülündeki dikkat çeken yerleri çizilir. Dikkatsizlik, ikinci bir lazer seansını gerektiren eksantrik bir kapsülotomiye neden olabilir. Genişletmeden önce tek bir "işaretleyici" atış gözbebeği ekseninin ortasına yakın kapsüle yapılabilir. Pupil genişlediğinde, işaretleyici atış, hastanın gerçek görsel ekseninin bir hatırlatıcısıdır.

Kapsülotomi genellikle, bir kontakt lens kullanılmadıkça anestezi gerektirmez. Eğer bir kontakt lens kullanılıyorsa, işlemten hemen önce korneaya topikal anestezik damlatılır. Nadir durumlarda, örneğin nistagmus gibi, akinezi sağlamak için retrobulbar enjeksiyon faydalı olabilir. Eğer işlemten önce topikal anestezik uygulanmışsa, hastaya prosedür arasında gözlerini kapalı tutmaları, kornea epitelinin yüzey bütünlüğünü ve optik kalitesini korumak için talimat verilir.

Hasta, uygun olarak ayarlanmış tabure, masa ve çene dayama yükseklikleri ve gerektiğinde bir ayak dayama ile rahat bir şekilde oturmalıdır. Hastanın tedavi sırasında geriye doğru hareket etme eğilimini dengeleyen bir kayış, baş

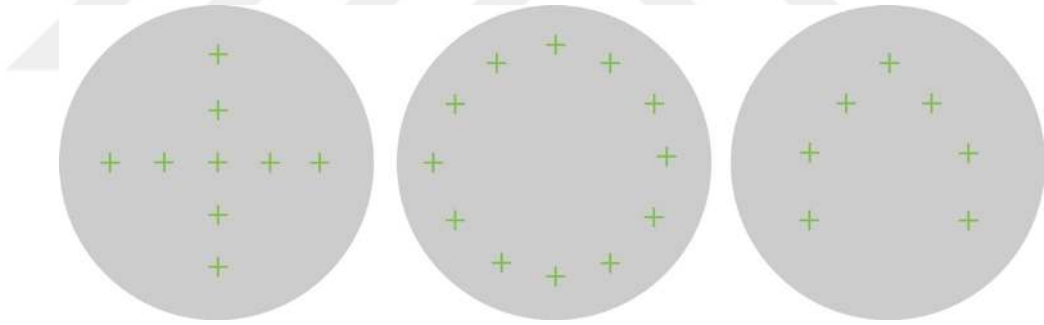
dayanağının arkasından hastanın başına geçmelidir. Cerrahın hedefi görmesi genellikle karartılmış bir odada iyileştirilir. Eğer hastanın diğer gözüyle sabitlemesi bekleniyorsa, aydınlatılmış bir sabitleme hedefi sağlanmalıdır.

2.9.6.3. İşlem

Peyman veya santral Abraham kontakt lensi, gözü sabitlemek, lazer ışınının optiğini iyileştirmek ve doğru odaklanmayı kolaylaştırmak için kullanılabilir.

Kapsülü kırmak ve yırtmak için gerekli olan en düşük enerji miktarı arzu edilir. Çoğu lazerle, tipik bir kapsül 1 ila 2 mJ/atış kullanılarak açılabilir

Kapsül, gerilim hatlarını gösteren kırışıklıklar için incelenir. Gerilim hatları boyunca yapılan atışlar, gerilim nedeniyle başlangıçtaki açıklığın genişlemesine yol açtığı için, her atış başına en büyük açıklığı sağlar. Farklı paternlerde işlem gerçekleştirilebilmektedir. İşlemden yaygın kullanılan paternler şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5 : Yaygın olarak kullanılan paternler (Çapraz, dairesel ve ters U şeklinde)(Lauren E. Chen, Ken Y. Lin and Matthew Wade Steinert's Cataract Surgery, 54, 499-507)

Kapsülotomi, gece araba kullanırken gibi izotopik koşullarda, kapsülotomi kenarından gelen parlamaların en olası olduğu durumlarda, gözbebeği kadar büyük olmalıdır. RD riski yüksek olan bir hasta için küçük bir açıklık tercih edilebilir. Yoğun bir membranda küçük bir açıklık, küçük bir gözbebeğinin optiklerine benzer mükemmel optikler ile sonuçlanır.

Kapsül sadece puslu olduğunda ve görüntülerin retinaya iletildiği durumlarda, küçük bir açıklık ile iyileştirme sağlanabilir ama hala suboptimaldir. Puslu membran, retinada net açıklık yoluyla iletilen görüntüyle karışan düşük kaliteli bir görüntüyü iletmeye devam eder. Hasta, bulanıklık, parıltı veya azalmış kontrast hassasiyeti gibi semptomlar yaşayabilir.

2.9.6.4. İşlem sonrası bakım

Tüm hastalarda Nd:YAG lazer arka kapsülotomisi sonrasında, herhangi bir GİB artışını en aza indirmek için topikal olarak brimonidin, apraklonidin veya bir beta-bloker uygulanmalıdır. Yüksek riskli hastalar için, GİB lazer tedavisini takip eden 1 saat sonra tekrar ölçülebilir. Önemli ölçüde mevcut glokomatöz disk hasarı olan hastalar için veya 1 saatte GİB 5 mm Hg veya daha fazla artarsa, GİB 4 saatte tekrar ölçülmelidir.

Artan GİB, brimonidin, apraklonidin, topikal beta-adrenerjik antagonistler, prostaglandin analogu, topikal pilokarpin, topikal veya sistemik karbonik anhidraz inhibitörü veya hiperozmotik ajanlar ile tedavi edilebilir. Hastanın tıbbi öyküsü, alerjileri ve mevcut oküler tedavisi, uygun akut antiglokomatöz tedavisini belirlemeden önce gözden geçirilmelidir. Geç dönem basınç yükselmesini önlemek için en az 1 hafta boyunca antiglokomatöz tedavisine devam edilmelidir. Lazer işleminden yaklaşık 1 hafta sonra ve basınç artışı veya mevcut glokomatöz optik sinir hasarı veya görme alanı kaybı durumunda daha erken GİB ölçülmelidir.

Lazer tedavisini takiben topikal steroid ve sikloplejik ajanlar ile tedavi, cerrahın bireysel deneyimine göre değişir. Birçok hasta, lazer tedavisini takiben herhangi bir tedavi gerektirmez. İriti olan hastalar için, topikal steroidler birkaç hafta için günde dört kez kullanılabilir. Bazı hastalar azalan bir dozaj gerektirebilir.

2.9.7. Nd: YAG Lazer Kapsülotomi Komplikasyonları

GİB’de artma: Birincil önerilen mekanizma; Nd:YAG lazer operasyonundan sonra kalan kapsül parçaları, inflamasyon hücreleri, kan

bileşenleri, fibrin ve yüksek moleküler ağırlıklı proteinlerin trabeküler ağda ve Schlemm kanalının iç duvarında toplanmasıyla oluşan dışa akım tıkanıklığıdır.(60) Diğer mekanizmalar arasında, kapsülotomi işlemi neticesinde vitreusun öne hareket ederek pupiller bloğa neden olması ve lazer şok dalgalarının trabeküler ağdaki endotel hücrelere zarar vermesi bulunmaktadır. Ayrıca işlem esnasında salınan inflamatuvar medyatörler ya da doğrudan trabeküler hücrelere verilen zarar sonucu GİB'in arttığı gözlemlenebilir.(61,62)

Üveit ve Tindalizasyon Olayı: Araştırmalar, bu komplikasyonların kapsülotomi sonrası ayrılan parçaların yol açtığını göstermektedir. Topikal steroid kullanımıyla bu komplikasyonlar kısa sürede kontrol altına alınabilir.(60,63,64) Yapılan çalışmalarda, kapsülotomi işlemi sonrasında %0.6 ile %5.3 oranında üveit gelişimi veya (+) ila (+++) derecelerinde tindalizasyon görüldüğü belirlenmiştir.

GİL hasarı: Araştırmalara göre, kapsülotomi işleminden sonra GİL hasar oranının %0,5 ile %17,1 arasında değiştiği tespit edilmiştir.(65,66)

Kistoid Makula Ödemi: Cerrahi müdahaleden sonraki ilk altı ay içerisinde KMÖ den korunmak adına lazer tedavisinin önerilmediği belirtilmektedir.(60)

RD: Kapsülotomi işlemi sonrasında %0,17 ile %2,6 oranında RD oluştuğu gözlemlenmiştir. Belirlenen risk faktörleri arasında genç yaş, ileri derecede miyopi, retinada delik oluşumu, latis dejenerasyonu, geniş kapsülotomi yapılması ve yüksek enerji kullanımı yer almaktadır.(60,67)

Kornea endotel hasarı: Kapsülotomi sonrası %6 ile %7 arasında endotel hasarı oluştuğu saptanmıştır.(58)

Ön hyaloid membran rüptürü: Kapsülotomi sonrasında ön hyaloid membranın yırtılması olasılığı bulunmakta ve bu durum, vitreus prolapsusu ve korneal morfolojik özelliklerde değişiklik riskini artırmaktadır. Yırtılma riskini minimize etmek için, kapsülotomi sırasında daha küçük bir açıklık

yapılması ve olabildiğince düşük enerji seviyelerinin kullanılması önerilmektedir.(58)

Vitreus Hemorajisi: Helberg ve ekibi, diyabetik retinopati (DRP) sebebiyle vitrektomi uygulanan hastalar üzerinde gerçekleştirdikleri kapsülotomi sonrasında, altı ay içinde önemli ölçüde artış gösteren VİH vakalarını bildirmişlerdir.(68)

Vitreus prolapsusu(58)

Diğer nadir komplikasyonlar: Vitritis, iris hemorajisi, subretinal kanama, GİL dislokasyonu, endoftalmi ve pupiller blok glokomu(58,60,69)

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Dizaynı

Çalışmamız Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 15.03.2023 tarih ve 2023/34 nolu kararı ile Şubat 2023-Ağustos 2023 tarihleri arasında Gaziantep Üniversitesi Şahinbey Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nde prospektif olarak gerçekleştirildi. Çalışmamıza 30 AKK olan hasta dahil edildi.

3.2. Gönüllülerin Seçimi

Çalışmamıza Göz hastalıkları polikliniğine başvuran 18 yaşından büyük AKK tanılı, retinopati yapabilecek ek hastalığı olmayan, kaliteli bir çekime izin verecek ölçüde fiksasyonu olan ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliğinin 0,4'in üzerinde olan 30 hasta dahil edildi. Gerçekleştirilen araştırma süresince Helsinki Deklarasyonuna uygun hareket edildi ve katılan tüm gönüllülerden aydınlatılmış onam belgesi alındı.

3.3. Hasta Gönüllülerin Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

- 1) Ek sistemik hastalık
- 2) Herhangi bir retina veya optik sinir hastalığı
- 3) Oküler travma öyküsü
- 4) Refraksiyon değerlerinin ± 4 dioptri ve silendirik koreksiyonların ± 3 dioptrinin üstünde olması
- 5) Glokom

- 6) Düzenli ilaç kullanımı
- 7) Sigara içiciliği
- 8) Görüntülemeyi etkileyebilecek oküler medya bozukluğu (korneal opasite, vitreus hemorajisi)

3.4. Verilerin Toplanması

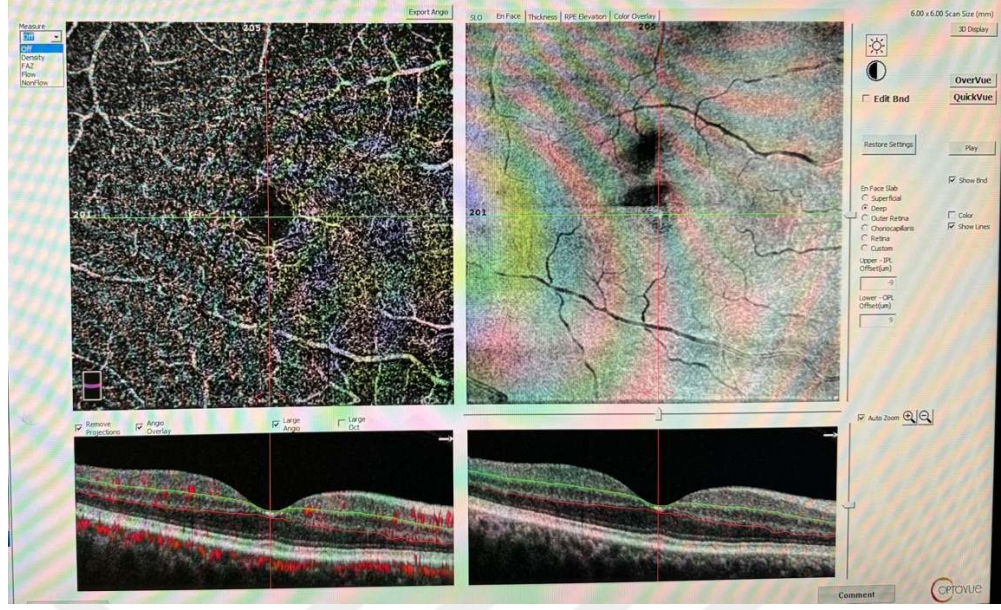
Çalışmaya katılan tüm olguların detaylı oftalmolojik muayenesi(Görme keskinliği,GİB,biyomikroskop muayenesi,fundus muayenesi) yapıldı. AKK tanısı alan ve YAG lazer kapsülotomi endikasyonu olan hastalara YAG lazer kapsülotomi öncesi ve sonrası OKTA çekimi yapıldı.Hastaların oftalmolojik muayenesi ve OKTA çekimleri işlem sonrası 1.saat 1.hafta ve 1.ay olmak üzere tekrarlandı ve elde edilen sonuçlar üç zaman dilimi için karşılaştırıldı.

3.5. YAG lazer kapsülotomi tekniği

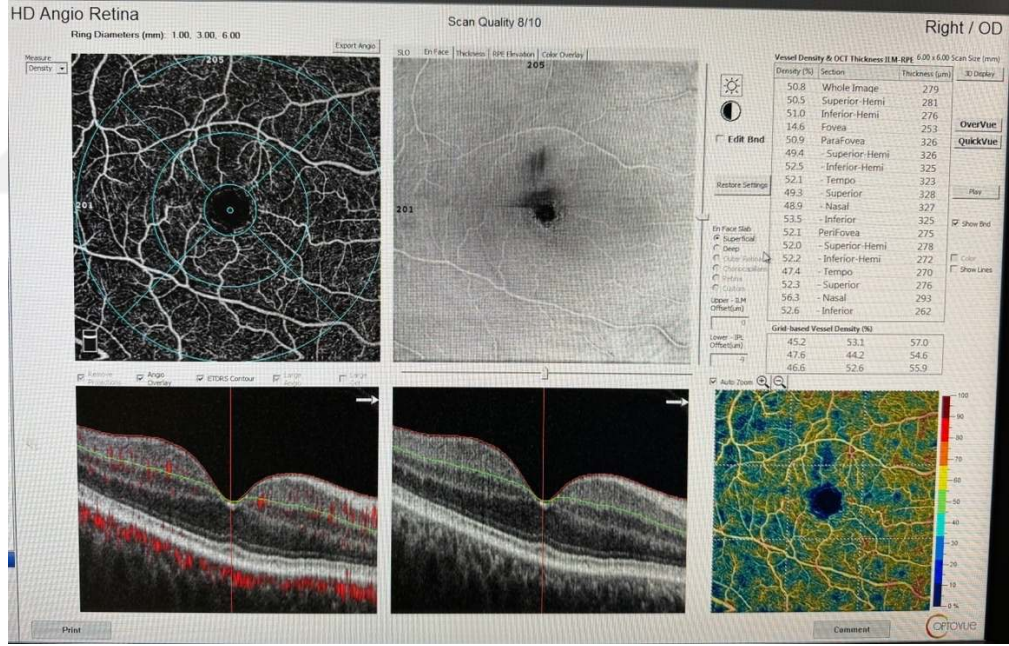
Çalışmaya katılan tüm hastalara işlem öncesi pupil merkezini işaretleyici 2 mJ/puls olacak şekilde tek atış yapıldı. %2.5 fenilefrin damla ile pupil dilatasyonu sağlandıktan sonra arka kapsülde 4 milimetrelık açıklık oluşuncaya kadar YAG lazer kapsülotomi(Lightmed) işlemi gerçekleştirildi.Atışlar 1-2 mJ/puls olarak yapıldı. Toplam kullanılan enerji 50-100 mJ olan hastaların verileri kaydedildi. Tüm hastalara sirküler YAG lazer kapsülotomi tekniği uygulandı.İşlem sonrası rutin olarak 1 hafta boyunca topikal %1 prednizolon asetat günde 4 defa başlandı.

3.6. OKTA çekimi

OKTA taramaları, yapısal ve damarsal ölçümleri bir arada sunabilen çift modlu bir OCT sistemi olan AngioVue® (RTVue-XR, Fremont, Kaliforniya, ABD; yazılım sürümü 2017.1.0.151) cihazı ile yapıldı. Saniyede 70.000 A-tarama yapabilen ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanan bu sistemde, tarama sırasında göz hareketlerinden kaynaklanan artefaktları azaltmak ve sinyal-gürültü oranını iyileştirmek için “Hareket Düzeltme” ve “Bölünmüş Spektrum Genlik Dekorelasyonu” algoritmaları kullanıldı. Tüm hastalardan fovea merkezli 6x6 mm makula görüntüleri ile 4,5x4,5 mm OD görüntüleri alınarak değerlendirildi. Santral görüntü kalitesi sinyal gücü 6/10 düşük olanlar, ölçüm esnasında fiksasyon bozukluğu olan, göz kırpma artefaktı olan ve makula veya optik diskte patoloji saptanan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Makula taraması, 6x6 mm boyutundaki bir alanda gerçekleştirildikten sonra, cihaz yazılımının otomatik olarak belirlediği Foveal Avascular Zone (FAZ) alanı, kan akışı alanı ve damar yoğunluğu ölçümleri, 'Retina' seçeneği tıklanarak ayrı ayrı değerlendirildi. (Resim 3.1) Akış alanı, koryokapillaris (KKAA) ve retinanın derin kapiller akış alanı (RDKKAA) olarak iki katmanda, merkezi fovea olan 3,14 mm²'lik alandaki vasküler akış alanı şeklinde analiz edildi. Elde edilen En face görüntü, 'density' seçeneği ile otomatik olarak yüzeysel kapiller pleksus (YKP) ve derin kapiller pleksus (DKP) olarak segmente edildi. YKP, iç sınırlayıcı membranın üç mikron altından internal pleksiform katmanının 15 mikron altına kadar olan alanda, DKP ise internal pleksiform katmanının 15 mikron altından 70 mikron altına kadar olan alanda değerlendirildi. Cihazın yazılımında bulunan algoritma kullanılarak, YKP ve DKP'deki merkezi FAZ olan 1 mm ve 3 mm çaplı daireler ile bölünmüş alanda fovea ve parafovea'nın vasküler dansitesi ölçüldü. (Ayrıca her bölge cihaz tarafından temporal, superior, nasal ve inferior olmak üzere dört eşit kadrana bölündü. Resim 3.2 de OKTA'da VD değerlerinin görüntülenmesini göstermektedir.



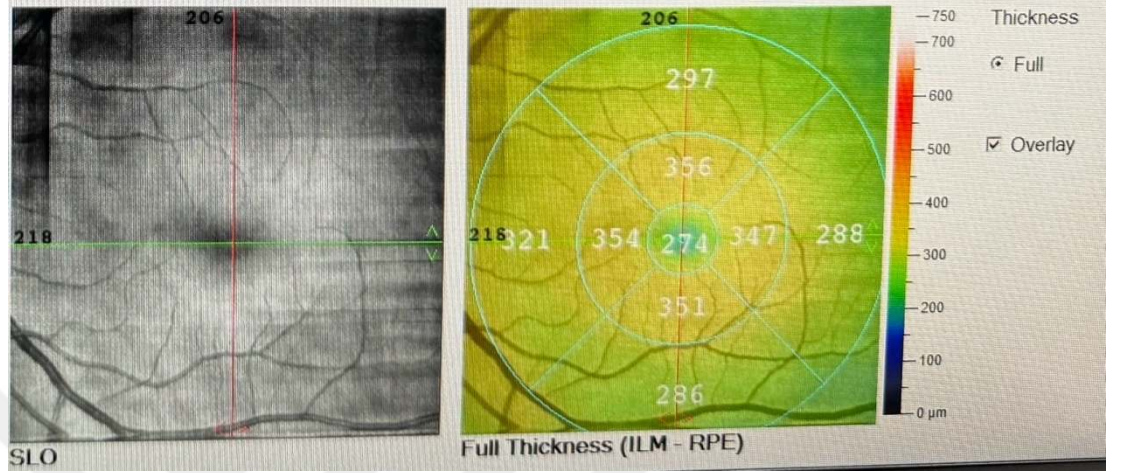
Şekil 3.1: Maküler OKTA çekiminde ölçüm seçenekleri



Şekil 3.2: OKTA ile VD ölçüm sonuçlarının elde edilmesi

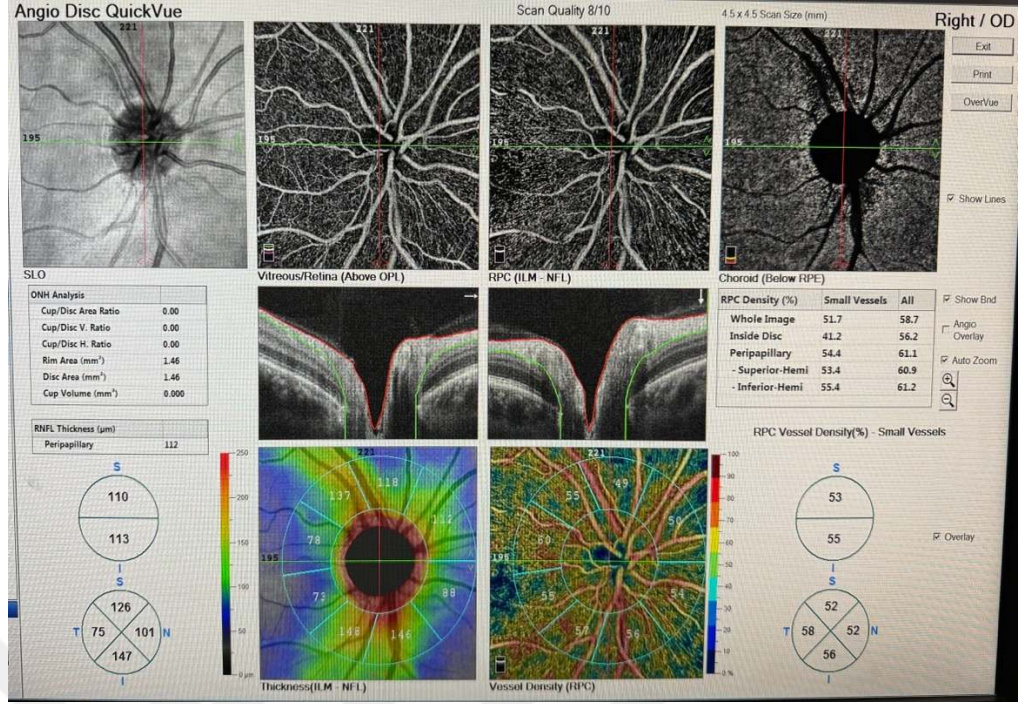
SMK (santral makula kalınlığı) ölçümü, OKTA cihazında Quickvue modülü kullanılarak yapıldı. Bu ölçümde, ILM ile RPE tabakası arasındaki mesafe cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı. ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) tarafından tanımlanan, fovea merkezli zon haritası

otomatik olarak yerleştirilerek kadranslar oluşturuldu. OKTA ile alınan 6X6 mm'lik görüntü, fovea merkezli 1 mm'lik halka ve bu halkanın çevresini saran, 4 eşit bölüme ayrılan konsantrik halkaya (5 zon) bölündü.(Resim 3.3)



Şekil 3.3: OKTA’da Quickvue modülünden SMK ölçeklemesi

Optik disk taraması, 4,5x4,5 mm'lik bir alanda gerçekleştirildi. Yazılım, optik disk içinde ve çevresindeki ortalama damar yoğunluğunu otomatik olarak hesaplar. Radyal peripapiller kapiller vasküler dansite (RPKVD) ölçümü için, iç sınırlayıcı membrandan retina sinir lifi tabakasına kadar uzanan radyal peripapiller kapiller segment analiz edilir. Optik disk modunda, optik disk çevresindeki 3,45 mm çapındaki daire içinde yer alan peripapiller retina sinir lifi tabakası (PPRSLT) da değerlendirilmiştir.(Resim 3.4)



Şekil 3.4: OKTA ile OD'nin incelenmesi

3.7. İstatiksel analiz

Çalışmadan elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma ile kategorik değişkenler için frekans ve yüzde analizi ile verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu için Shapiro Wilk testi uygulanmıştır. Farklı ölçüm zamanlarında elde edilen sayısal değişkenlerin karşılaştırılmasında Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi kullanılmıştır. Analizler SPSS 26.0 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. $p < 0,05$ anlamlılık seviyesi seçilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bulgular

Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göz hastalıkları anabilim dalında şubat-ağustos 2023 tarihleri arasında çalışmaya AKK tanısı alıp YAG lazer kapsülotomi tedavisi uygulanan 30 hastanın 30 gözü dahil edildi. Katılımcılardan 15'inin (%50) sağ gözüne 15'inin (%50) sol gözüne tedavi yapıldı. Ortalama yaş 57.67 ± 12.39 idi. Cinsiyet dağılımına bakıldığında ise 13 ü (%43.3) kadın 17 si (%56.7) erkekti. (Tablo 4.1)

Tablo 4.1: Sosyodemografik özellikler

Değişken	
Yaş (yıl)	57.67 ± 12.39
Cinsiyet (K/E)	13/17

4.2. YAG lazer kapsülotomi tedavisinde kullanılan enerji

Tedavide kullanılan ortalama enerji 71.83 ± 9.29 idi. İşlem yapılan hastalara içerisinde minimum enerji kullanılan hastada 52 mJ maksimum enerji kullanılan hasta ise 88 mJ olarak kaydedildi. (Tablo 4.2)

Tablo 4.2: YAG lazer kapsülotomi tedavisinde kullanılan enerji ile ilgili bilgiler

Değişken	
Toplam enerji (mJ)	71.83 ± 9.29
Min-Maks (mJ)	52-88

4.3. Klinik bulguların karşılaştırılması

GİB değerlerine bakıldığında preop değer 13.57 ± 2.22 , postop 1.saat 14.40 ± 2.35 , postop 1.hafta 13.57 ± 2.09 ve postop 1.ay 13.60 ± 1.67 olarak ölçüldü.Farklı zaman dilimleri için istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı fark görülmedi.($p=0.147$) (Tablo 3)

Ortalama SMK değerlerine bakıldığında preop değer 258.23 ± 15.48 , postop 1.saat 257.73 ± 15.56 , postop 1.hafta 257.60 ± 16.21 ve postop 1.ay 258.33 ± 18.12 olarak ölçüldü.Gruplar arasında farklı zaman dilimleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi.($p=0.594$) (Tablo 4.3)

Tablo 4.3: Farklı zaman dilimlerinde klinik bulguların karşılaştırılması

Değişken	Preop (ort $\pm$ ss)	Postop 1.saat (ort $\pm$ ss)	Postop 1.hafta (ort $\pm$ ss)	Postop 1.ay (ort $\pm$ ss)	P değeri
GİB (mmHg)	13.57 ± 2.22	14.40 ± 2.35	13.57 ± 2.09	13.60 ± 1.67	0.147
SMK (μ m)	258.23 ± 15.48	257.73 ± 15.56	257.60 ± 16.21	258.33 ± 18.12	0.594

GİB: Göz içi basıncı, SMK: Santral maküler kalınlık)

4.4. Makula OKTA bulgularının karşılaştırılması

FAZ alanı; preop değer 0.28 ± 0.09 , postop 1.saat 0.29 ± 0.09 , postop 1.hafta 0.28 ± 0.09 ve postop 1.ay 0.27 ± 0.09 olarak ölçüldü.Farklı zaman dilimleri için istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı fark görülmedi.($p=0.0115$) (Tablo 4.4)

Tablo 4.4'te ayrıca farklı zaman dilimi OKTA ölçeklerinden YKP VD oranları görülmektedir.(SFD: Süperfisyal foveal dansite, SPAD: Süperfisyal parafoveal dansite, SPATD: Süperfisyal parafoveal temporal dansite, SPASD: Süperfisyal parafoveal süperior dansite, SPAND: Süperfisyal parafoveal nazal dansite, SPAİD: Süperfisyal parafoveal inferior dansite, SPED: Süperfisyal perifoveal dansite, SPETD: Süperfisyal perifoveal temporal dansite, SPESD: Süperfisyal perifoveal süperior dansite, SPEND: Süperfisyal perifoveal nazal dansite, SPEİD: Süperfisyal perifoveal inferior dansite) İstatiksel olarak karşılaştırma yapıldığında tabloda görüldüğü üzere SPED değeri hariç($p=0.058$) diğer bütün değerlerde farklı zaman çekimleri açısından anlamlı fark görülmüştür.($p<0,05$)

Tablo 4.4: Farklı zaman dilimi OKTA ölçeklerinden YKP VD oranları

Değişken	Preop (ort±ss)	Postop 1.saat (ort±ss)	Postop 1.hafta (ort±ss)	Postop 1.ay (ort±ss)	P değeri
FAZ Alanı(mm2)	0.28±0.09	0.29±0.09	0.28±0.09	0.27±0.09	0.115
SFD (%)	19.49±6.14	17.96±5.42	19.36±5.25	20.39±4.21	0.012*
SPAD (%)	47.69±8.32	48.64±6.44	51.09±5.32	52.39±3.64	0.003*
SPATD (%)	49.30±5.22	49.9±5.91	51.2±4.24	51.8±3.75	0.020*
SPASD (%)	48.62±7.30	48.98±6.81	51.03±5.90	51.36±5.58	0.010*
SPAND (%)	47.00±7.59	47.18±7.08	50.31±6.06	50.11±4.21	0.009*
SPAİD (%)	49.16±7.17	49.57±6.00	51.9±5.93	52.96±3.63	0.003*
SPED (%)	47.40±5.16	48.43±4.43	49.1±3.94	49.76±3.46	0.058
SPETD (%)	42.70±6.14	43.16±5.75	44.49±4.91	45.99±3.48	0.004*
SPESD (%)	47.09±5.23	48.32±4.86	49.28±4.17	49.96±3.28	0.006*
SPEND (%)	52.23±4.89	52.22±4.35	53.24±3.75	54.62±2.52	0.009*
SPEİD (%)	47.97±5.66	48.43±5.14	49.55±4.42	50.27±3.20	0.02*

*: p<0,05

FAZ Alanı: Foveal avasküler zone alanı, SFD: Süperfisyal foveal dansite, SPAD: Süperfisyal parafoveal dansite, SPATD: Süperfisyal parafoveal temporal dansite, SPASD: Süperfisyal parafoveal süperior dansite, SPAND: Süperfisyal parafoveal nazal dansite, SPAİD: Süperfisyal parafoveal inferior dansite, SPED: Süperfisyal perifoveal dansite, SPETD: Süperfisyal perifoveal temporal dansite, SPESD: Süperfisyal perifoveal süperior dansite, SPEND: Süperfisyal perifoveal nazal dansite, SPEİD: Süperfisyal perifoveal inferior dansite.

SFD değeri incelendiğinde YAG lazer kapsulotomiden sonra azaldığı takiben 1.hafta ve 1.ayda arttığı görülmüştür. İkili karşılaştırmalara bakıldığında ise sadece YAG lazer kapsülötomisi sonrası 1.saat ile 1.ay arasında anlamlı fark izlenmiştir.(P=0.025).Tablo 4.5'te ikili karşılaştırmalardan elde edilen p değerleri gösterilmiştir.

SPAD değerinde YAG lazer kapsülötomisi tedavisinden sonrası tüm zaman dilimlerinde ortalama değerlerde artış görülmüş, ikili karşılaştırmalar incelendiğinde YAG lazer kapsülötomisi işleminden sonra 1.aydaki artışın hem

preop hem de postop 1.saat e göre anlamlı bulunmuştur.(sırasıyla $P=0.01$, $P=0.004$)

SPATD değeri; ikili karşılaştırmalara bakıldığında preop ile postop 1.aydaki değerler arasında anlamlı fark görülmüştür.($p=0,02$)

Farklı zaman dilimlerindeki SPASD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı olarak fark bulunsa da ($p=0,010$) ikili karşılaştırmalar incelendiğinde anlamlı fark görülmemiştir.($p>0,05$)

SPAND değeri ikili karşılaştırmalar ile incelendiğinde postop 1.saat ile postop 1.ay arasında anlamlı fark bulunmuştur.($p=0,03$)

SPAİD değerinde de SPAND değeri gibi sadece postop 1.saat ve postop 1.ay arasında anlamlı fark bulunmuştur.($p=0,004$).Bu iki değerde de postop 1.ay değeri postop 1.saat değerine göre artış göstermiştir.

Parafoveal alandaki değerlerin ikili karşılaştırmalarına ait farklılıklar tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Farklı zaman dilimlerindeki parafoveal VD değerleri arasındaki istatistiksel farklar

Gruplar	Kadranlar	Preop	Postop 1.saat	Postop 1.hafta	Postop 1.ay
Preop	SPAD	1,00	1,00	0,22	0,01*
	SPATD	1,00	1,00	0,25	0,02*
	SPASD	1,00	1,00	0,17	0,09
	SPAND	1,00	1,00	0,15	0,15
	SPAİD	1,00	1,00	1,00	1,00
Postop 1.saat	SPAD	1,00	1,00	0,15	0,004*
	SPATD	1,00	1,00	0,89	0,19
	SPASD	1,00	1,00	0,20	0,14
	SPAND	1,00	1,00	0,09	0,03*
	SPAİD	1,00	1,00	0,34	0,004*
Postop 1.hafta	SPAD	0,22	0,15	1,00	0,43
	SPATD	0,25	0,89	1,00	1,00
	SPASD	0,17	0,20	1,00	1,00
	SPAND	0,15	0,09	1,00	1,00
	SPAİD	1,00	0,34	1,00	1,00
Postop 1.ay	SPAD	0,01*	0,004*	0,43	1,00
	SPATD	0,02*	0,19	1,00	1,00
	SPASD	0,09	0,14	1,00	1,00
	SPAND	0,15	0,03*	1,00	1,00
	SPAİD	1,00	0,004*	1,00	1,00

*: p<0,05

SPAD: Süperfisyal parafoveal dansite, SPATD: Süperfisyal parafoveal temporal dansite, SPASD: Süperfisyal parafoveal süperior dansite, SPAND: Süperfisyal parafoveal nazal dansite, SPAİD: Süperfisyal parafoveal inferior dansite.

Perifoveal alandaki değerlere bakıldığında SPETD değerinin ikili karşılaştırmalarında YAG lazer kapsülotomi tedavisi sonrası 1.saat ve 1.aydaki değerlerin tedavi öncesine göre artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görölmektedir.(sırasıyla $p=0,02$, $p=0,004$)

SPESD değeri için yapılan ikili karşılaştırmalarda postop 1.aydaki değerin tedavi öncesine göre anlamlı olarak arttığı saptanmıştır.($p=0,03$)

SPEND değerinde ise ikili karşılaştırmalar incelendiğinde SPAİD değerinde olduğu gibi postop 1.saat ve postop 1.ay arasında anlamlı fark görölmüştür.($p=0,02$)

SPEİD değerinde farklı zaman dilimlerinde çekilen OKTA değerleri arasında anlamlı fark izlense de($p=0,02$) ikili karşılatırmalarda anlamlı bir fark saptanmamıştır.($p>0,05$)

Perifoveal değerlerin ikili karşılaştırmaları sonucu elde edilen p değerleri tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6: Farklı zaman dilimlerindeki perifoveal VD değerleri arasındaki istatistiksel farklar

Gruplar	Kadranlar	Preop	Postop 1.saat	Postop 1.hafta	Postop 1.ay
Preop	SPED	1,00	1,00	0,37	0,23
	SPETD	1,00	1,00	0,75	0,02*
	SPESD	1,00	0,83	0,16	0,03*
	SPEND	1,00	1,00	1,00	0,07
	SPEİD	1,00	1,00	0,58	0,10
Postop 1.saat	SPED	1,00	1,00	1,00	0,62
	SPETD	1,00	1,00	1,00	0,004*
	SPESD	0,83	1,00	1,00	0,42
	SPEND	1,00	1,00	1,00	0,02*
	SPEİD	1,00	1,00	1,00	0,12
Postop 1.hafta	SPED	0,37	1,00	1,00	1,00
	SPETD	0,75	1,00	1,00	0,27
	SPESD	0,16	1,00	1,00	1,00
	SPEND	1,00	1,00	1,00	0,15
	SPEİD	0,58	1,00	1,00	1,00
Postop 1.ay	SPED	0,23	0,62	1,00	1,00
	SPETD	0,02*	0,004*	0,27	1,00
	SPESD	0,03*	0,42	1,00	1,00
	SPEND	0,07	0,02*	0,15	1,00
	SPEİD	0,10	0,12	1,00	1,00

*: p<0,05

SPED: Süperfisyal perifoveal dansite, SPETD: Süperfisyal perifoveal temporal dansite, SPESD: Süperfisyal perifoveal süperior dansite, SPEND: Süperfisyal perifoveal nazal dansite, SPEİD: Süperfisyal perifoveal inferior dansite.

Derin VD değerleri tablo 4.7' de gösterilmiş olup (DFD: Derin foveal dansite, DPAD: Derin parafoveal dansite, DPATD: Derin parafoveal temporal

dansite, DPASD: Derin parafoveal süperior dansite, DPAND: Derin parafoveal nazal dansite, DPAİD: Derin parafoveal inferior dansite, DPED: Derin perifoveal dansite, DPETD: Derin perifoveal temporal dansite, DPESD: Derin parafoveal süperior dansite, DPEND: Derin parafoveal nazal dansite, DPEİD: Derin parafoveal inferior dansite) bu değerler farklı zaman dilimleri açısından istatistiksel olarak karşılaştırıldığında DFD, DPED VE DPESD değerlerinde anlamlı fark saptanmıştır.(sırasıyla p=0,003, P=0,02, p=0,02)

Tablo 4.7: Farklı zaman dilimi OKTA ölçeklerinden DKP VD oranları

Değişken	Preop (ort±ss)	Postop 1.saat (ort±ss)	Postop 1.hafta (ort±ss)	Postop 1.ay (ort±ss)	P değeri
DFD (%)	35.06±8.54	35.66±6.98	37.54±6.90	39.80±6.94	0.002*
DPAD (%)	51.93±5.95	52.09±5.61	53.16±4.42	53.02±3.42	0.442
DPATD (%)	53.28±5.15	54.09±5.67	54.31±3.99	54.00±3.44	0.694
DPASD (%)	50.99±6.42	50.02±7.11	52.03±4.77	51.92±4.28	0.313
DPAND (%)	53.24±5.93	53.45±5.16	54.13±3.78	54.47±3.50	0.602
DPAİD (%)	51.13±6.38	51.26±5.82	52.55±5.71	52.62±4.65	0.320
DPED (%)	47.07±8.30	49.06±7.23	50.66±6.67	50.72±5.33	0.02*
DPETD (%)	50.50±6.67	51.93±6.39	52.17±6.49	53.06±4.27	0.228
DPESD (%)	45.31±9.58	47.60±7.93	50.11±6.98	48.37±5.83	0.02*
DPEND (%)	47.12±8.38	47.78±7.54	49.09±7.12	47.27±6.24	0.512
DPEİD (%)	46.78±10.79	48.78±8.41	49.95±8.66	49.95±6.27	0.152

*p:<0,05

DFD: Derin foveal dansite, DPAD: Derin parafoveal dansite, DPATD: Derin parafoveal temporal dansite, DPASD: Derin parafoveal süperior dansite, DPAND: Derin parafoveal nazal dansite, DPAİD: Derin parafoveal inferior dansite, DPED: Derin perifoveal dansite, DPETD: Derin perifoveal temporal dansite, DPESD: Derin parafoveal süperior dansite, DPEND: Derin parafoveal nazal dansite, DPEİD: Derin parafoveal inferior dansite

DFD değerinin ikili karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında YAG lazer kapsülotomi sonrası 1. aydaki değerde preop, postop 1.saat ve postop 1. hafta değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artış izlenmiştir.(Tablo 8)

DPED değerinde farklı zaman dilimlerindeki değerler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark görülse de($p=0,02$) ikili karşılaştırmalarda anlamlı fark saptanmamıştır.($p>0,05$)

Bir başka perifoveal değer olan DPESD değerinin ikili karşılaştırmalarında preop ve postop 1.hafta değerleri arasında anlamlı fark görülmüştür.($p=0,03$) Tablo 8’de DFD ve DPESD değerlerinin ikili karşılaştırmalarına ait p değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.8: Farklı zaman dilimlerindeki perifoveal VD değerleri arasındaki istatistiksel farklar

Değişken	Ölçüm zamanı	P değeri
DFD (%) postop 1.ay	Preop	0,03*
	Postop 1.saat	0,005*
	Postop 1.hafta	0,02*
DPESD (%) preop	Postop 1.hafta	0,03*

*p: <0,05

DFD: Derin foveal dansite, DPESD: Derin perifoveal süperior dansite

4.5. Optik disk OKTA bulgularının karşılaştırılması

Tablo 4.9’ da farklı zamanlarda alınan optik disk OKTA taramalarında, PPRSLT ve RPKVD ölçümleri gösterilmiştir.(PPRSLT ort.: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası ortalama, PPRSLT süp.: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası süperior, PPRSLT inf.: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası inferior, RPKVD ort.: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi ortalama, RPKVD

süp.: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi süperior, RPKVD inf.: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi inferior RPKVD disk içi: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi disk içi) PPRSLT ölçümleri ortalama, süperior ve inferior olarak; RPKVD ölçümleri ise ortalama, süperior, inferior ve disk içi bölgelerde ayrı ayrı incelenmiştir. PPRSLT değerlerinin farklı zamanlardaki değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.($p>0,05$) RPKVD değerlerine bakıldığında ise sadece RPKVD ortalama değerinde anlamlı fark saptanmıştır.($p=0,035$)

RPKVD ortalama değerlerinin ikili karşılaştırmalarında ise anlamlı fark izlenmemiştir.($p>0,05$)

Tablo 4.9: Optik Disk OKTA Bulgularının çekim zamanına göre karşılaştırılması

Değişken	Preop (ort±ss)	Postop 1.saat (ort±ss)	Postop 1.hafta (ort±ss)	Postop 1.ay (ort±ss)	P değeri
PPRSLT ort (µm)	115.83±14.64	115.30±12.33	117.03±13.91	117.30±15.32	0.186
PPRSLT süp (µm)	115.53±14.74	114.73±12.63	115.90±13.60	116.00±13.58	0.446
PPRSLT inf (µm)	116.23±15.35	115.73±13.25	117.50±14.05	118.43±17.80	0.145
RPKVD ort (%)	52.58±3.21	52.28±3.36	53.06±3.18	53.76±2.45	0.035*
RPKVD süp (%)	52.53±3.47	52.07±3.40	52.40±3.31	52.70±2.42	0.619
RPKVD inf (%)	52.60±3.28	52.13±4.21	53.17±3.27	53.23±2.52	0.183
RPKVD disk içi (%)	44.93±7.39	46.78±6.44	46.67±5.64	47.65±5.69	0.051

*: $p<0,05$

PPRSLT ort.: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası ortalama, PPRSLT süp.: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası süperior, PPRSLT inf.: Peripapiller retinal sinir lifi tabakası inferior, RPKVD ort.: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi ortalama, RPKVD süp.: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi süperior, RPKVD inf.: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi inferior RPKVD disk içi: Radyal peripapiller kapiller damar dansitesi disk içi

5. TARTIŞMA

Bu araştırma, AKK tanısı alarak kliniğimize başvuran ve YAG lazer kapsülotomi tedavisi için uygun endikasyon gösteren hastalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tedavi sürecinde, uygulanan toplam enerjinin 50-100 mJ aralığında olduğu hastalar incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı, YAG lazer kapsülotomi tedavisinin optik disk ve makula üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda, tedavi öncesi ve sonrası farklı zaman dilimlerinde OKTA ölçümleri kullanılarak gözün arka segmentindeki yapısal değişiklikler incelenmiştir.

Katarakt ameliyatı, oftalmoloji pratiğinde en sık yapılan cerrahi işlemlerden biridir ve bu operasyon sonrası en yaygın karşılaşılan komplikasyonlardan biri AKK olarak bilinir. Yapılan araştırmalar, katarakt operasyonundan beş yıl sonra hastaların yaklaşık %28,5'inde AKK geliştiğini göstermiştir.(70) Bu komplikasyon, genellikle herhangi bir tür ekstrakapsüler katarakt ameliyatı sonrasında, lensin epitel hücrelerinin kapsülde kalmasından kaynaklanır.(71) LEH'ler, birkaç farklı modelde çoğalarak kapsüldeki kalıntıları artırır ve bu durum, kapsülün opasifikasyonuna yol açar. AKK'nın iki temel morfolojik tipi olan fibrozis tipi ve inci tipi, klinik olarak farklı hücresel kökenlere sahiptir.(71-73) Bu morfolojik çeşitlilik, AKK'nın klinik seyrini ve tedavi yaklaşımlarını etkileyebilir. AKK, azalmış görme keskinliği, değişen kontrast hassasiyeti, stereopsis ve monoküler diplopi gibi görsel bozulmalara yol açabilir, bu da hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir.(74-78) AKK'nın gelişimine katkıda bulunan potansiyel risk faktörleri arasında genç yaş, diyabet, üveit, miyotonik distrofi, retinitis pigmentosa ve travmatik katarakt gibi durumlar bulunmaktadır. Bunlar içerisinde genç yaşta olmak önemli bir risk faktörüdür.(79-84) Bu risk faktörleri, AKK gelişim riskini artırabilir ve oftalmologlar için hastaları değerlendirirken dikkate alınması gereken önemli noktaları oluşturur. AKK'nın gelişimini engellemek veya geciktirmek amacıyla yapılan çalışmalar, cerrahi tekniklerin, GİL tasarımı ve materyalinin yanı sıra farmakolojik müdahalelerin önemini vurgulamaktadır.(85) Bu müdahaleler, operasyon sırasında ve sonrasında

AKK gelişim riskini azaltmayı hedefler. Cerrahi tekniklerin geliştirilmesi, GİL tasarım ve materyalinin optimizasyonu ve postoperatif inflamasyonu kontrol altına almayı hedefleyen farmakolojik müdahaleler, AKK'nın önlenmesinde kritik rol oynamaktadır.

AKK için standart tedavi yöntemi, YAG lazeri kullanarak GİL'in arkasında, arka kapsülde bir açıklık oluşturulduğu YAG lazer kapsülotomidir. Bu prosedür, yüksek odaklı ışık enerjisinin dokuya ulaşarak plazma oluşturması ve bu sayede fotodisrupsiyon yoluyla dokunun kesilmesi prensibine dayanır. YAG lazer kapsülotomi, genel olarak güvenli kabul edilen bir işlem olmakla birlikte, bu prosedürle ilişkili bazı riskler ve olası sonuçlar bulunmaktadır. Bu riskler ve olası sonuçlar, işlem öncesinde hastalarla onam süreci sırasında detaylı bir şekilde tartışılmalıdır. Nd:YAG lazer kapsülotomi sonrasında karşılaşılabilecek olası komplikasyonlar arasında en ciddi olanlardan biri retina dekolmanıdır. Retina dekolmanı riski, işlem sonrası yaklaşık %1 veya daha az oranda meydana gelmektedir. (86-88) Diğer olası komplikasyonlar ise kısa süreli GİB yükselmesi, lens hasarı, iridosiklit, KMÖ, GİL'in merkezden kayması veya yer değiştirmesi ve nadiren endoftalmi olarak sıralanabilir.(89) Önceki çalışmalar, tedavi sırasında kullanılan toplam enerjinin yanı sıra, yüksek tek atış enerjisinin kullanılmasının yan etkileri daha belirgin hale getirebileceğini bildirmiştir.(90-95)

Bu çalışmada, her atış için 1-2 mJ enerji kullanılarak, tedavi boyunca ortalama 71.83 mJ enerji uygulanmıştır. Tedavi öncesinde, %2.5 fenilefrin damla kullanılarak pupil dilatasyonu sağlanmıştır. Fenilefrin ve tropikamid ile yapılan bir çalışmada, 30 hastanın değerlendirildiği ve midriyazis (pupil genişlemesi) öncesi ve sonrası makula ve peripapiller kan akımı değerlerinde anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.(p>0,05)(96) Bu sonuç, pupil dilatasyonunun bu ölçümler üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını göstermektedir. Çalışmamızda, tedavi sırasında veya sonrasında herhangi bir komplikasyon izlenmemiştir, bu da uygulanan prosedürün ve enerji seviyelerinin hastalar için güvenli olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, YAG lazer kapsülotominin AKK tedavisinde etkili ve güvenli bir yöntem olduğunu desteklemektedir, ancak prosedürle ilişkili potansiyel risklerin her zaman dikkate alınması gerekmektedir.

FFA ve Indosiyanin Yeşili Anjiyografi (İSYA) gibi geleneksel görüntüleme tekniklerinin aksine, OKTA noninvaziv bir yaklaşım sunar, kolay uygulanabilir olup, gözün mikrovasküler dolaşımını üç boyutlu olarak detaylı bir şekilde görüntüleyebilir. OKTA, enface segmentasyon teknolojisini kullanarak, makula ve optik disk besleyen damarlar hakkında değerli bilgiler sağlar.(97,98) Bu teknik, boyar maddeye ihtiyaç duymadan, yüksek hızlı OKT görüntülerinden türetilen hareket kontrastını kullanarak retina ve koroid damarlarının derin ve yüksek çözünürlüklü görüntülerini elde eder.(98,99) Geleneksel anjiyografik yöntemler, boyar maddenin damar yoluyla enjekte edilmesini gerektirir. Bu süreç, boyar maddenin retinal damarlara ulaşmasının zaman almasına neden olabilir ve bazı durumlarda sistemik yan etkilere veya daha nadiren anafilaktik reaksiyonlara yol açabilir. OKTA'nın sunduğu noninvaziv yaklaşım, bu teknolojiyi özellikle gözün mikrovasküler yapılarının incelenmesi gerektiğinde tercih edilen bir yöntem haline getirir. OKTA, retina ve koroidin altında yatan detaylı damar yapılarını göstererek, özellikle makula hastalıkları, diyabetik retinopati ve yaşa bağlı makula dejenerasyonu gibi durumların tanı ve takibinde önemli avantajlar sunar. Ayrıca, OKTA'nın kullanımı, göz hastalıklarının yönetiminde daha doğru ve etkili kararlar alınmasını sağlayarak tedavi süreçlerinin optimize edilmesine katkıda bulunur. Bu avantajlar, OKTA'nın göz hastalıklarının tanı ve izleminde önemli bir rol oynamasına yol açmıştır, ve bu teknik, modern oftalmolojinin önemli bir parçası haline gelmiştir.

OKT, oftalmolojide retina ve optik disk gibi oküler yapıların yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntülerini elde etmek için yaygın olarak kullanılan değerli bir tanı aracıdır. Ancak, klasik OKT teknolojisi, oküler kan akışı ve vasküler yapıların niceliksel analizini sağlayacak verileri sunmada sınırlıdır. OKTA, bu eksikliği gidermek üzere tasarlanmıştır. OKTA, klasik OKT görüntülemeye kan akışı bilgisini ekleyerek, hem yapısal hem de kan akışı bilgilerini birleştiren bir görüntüleme yöntemidir. Bu entegre yaklaşım, retinal ve koroid vasküler yapıların daha kapsamlı bir değerlendirilmesini sağlar. OKTA'nın temel avantajlarından biri, cihaz tarafından oluşturulan retina küpünden elde edilen retina kesitlerinin analizi yoluyla, retinal vasküler pleksusun detaylı bir değerlendirilmesine olanak tanımasıdır. OKTA hesaplamaları, damar alanını gösteren akış alanı ve kan damarlarının oransal yoğunluğunu belirten damar yoğunluğu ölçümlerine dayanmaktadır.(100) Bu

ölçümler, belirli bir bölgedeki kan akışının miktarını ve yoğunluğunu gösteren önemli göstergeler olarak kabul edilir. Bu sayede, OKTA, oküler hastalıkların tanısında ve tedavi sürecinde önemli bir rol oynar. Kalitatif değerlendirmelere ek olarak, birçok çalışma artık diyabetik retinopati, yaşa bağlı makula dejenerasyonu, Stargardt hastalığı ve retinitis pigmentosa gibi çeşitli göz hastalıklarının şiddetini ve prognozunu değerlendirmek için kantitatif OKTA ölçümlerinin kullanımını bildirmiştir.(101-104) Bu ölçümler, retinal kapiller pleksus yoğunluğu gibi kantitatif parametreler üzerinden yapılmaktadır. Bu kantitatif analizler, hastalığın ilerleme hızını anlamak, tedavi yanıtlarını değerlendirmek ve potansiyel görme kaybı riskini öngörmek için kritik öneme sahiptir.

Çalışmamızın hastalar arasında cinsiyet dağılımını incelemesi ve için potansiyel risk faktörleri üzerine odaklanması önemli bir araştırma katkısı sunar. Bulgularımız, hastaların %43,3'ünün kadın ve %56,7'sinin erkek olduğunu göstererek, cinsiyetin AKK gelişimi üzerinde bir risk faktörü olarak değerlendirilmediğini destekleyen Chen ve arkadaşlarının çalışmasının sonuçlarıyla uyumludur.(105) Bu, cinsiyetin AKK gelişimi üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığını gösteren önemli bir bulgudur. Daha önce belirtildiği üzere genç yaşta olmak AKK gelişim riskini arttırmakta ve önemli bir risk faktörüdür.(106) Çalışmamızdaki hastaların yaş aralığı geniş olup, ortalama yaşı 57.67 olduğunu ve yaş aralığının 18 ile 76 yaş arasında değişmesi, AKK'nın geniş bir yaş aralığında incelendiğini ve sonuçların genel bir popülasyonu temsil etme potansiyeline sahip olduğunu gösterir. Bu tür bulgular, AKK'nın risk faktörlerini ve demografik özelliklerini anlamak için önemli bir temel oluşturur. Aynı zamanda, AKK riskini değerlendirirken cinsiyetin yanı sıra yaş gibi faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini vurgular.

Çalışmamız, YAG lazer kapsülotomi tedavisi uygulanan hastaların göz içi basınç (GİB) değerlerindeki değişimleri de incelemiştir. Tedavi sonrası erken dönemde, özellikle postoperatif ilk saat içerisinde, GİB'de bir artış gözlemledik. Bu artışın ardından, takip eden ölçümlerde GİB değerlerinin yeniden normale döndüğü ve bu düşüşün devam ettiği izlendi. Ancak, tedavi öncesi ve sonrası GİB değerleri arasında farklı zaman dilimleri için yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda, bu değişikliklerin klinik olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır ($p=0,174$). GİB ile OKTA parametreleri arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada GİB değişikliği ile

bazı OKTA parametreleri arasında anlamlı korelasyon saptanmıştır.($p<0,05$)(106) Böylece çalışmamızda GİB'teki değişikliklere bağlı OD ve makulada OKTA değerlerinde olabilecek değişiklikler ekarte edilmiştir.

Çalışmamızda, YAG lazer kapsülotominin SMK üzerine olan etkileri de OKTA kullanılarak incelenmiştir. Tedavi öncesi ve sonrası SMK değerlerinde, tedavi sonrası ilk saat ve bir haftada azalma, bir ay sonrasında ise artış gözlenmiştir. Ancak, bu değişikliklerin farklı zaman dilimleri açısından yapılan karşılaştırmalarda anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p=0,594$). Ek olarak, benzer bir çalışmada, toplam 137 hasta değerlendirilmiş ve tedavi öncesi ile tedavi sonrası 2. hafta SMK ölçümleri karşılaştırıldığında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$).(107) Aynı zamanda, YAG lazer kapsülotominin koroidal kalınlık ve SMK üzerine uzun dönem etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada da, 42 hastanın 42 gözü üzerinde yapılan değerlendirmelerde, tedavi öncesi ve sonrası 1. hafta, 1. ay, 3. ay, 6. ay ve 12. aydaki ölçümler arasında benzer şekilde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.(108) Bu bulgular, YAG lazer kapsülotomisinin SMK ve koroidal kalınlık üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını desteklemektedir ve tedavinin bu göz yapıları üzerinde güvenli olduğunu gösteren önemli veriler sunmaktadır.

Kan damarlarının ve üzerini örten iç retinal dokunun yokluğu, fovea çukurunun optik kalitesini en üst düzeye çıkarmada önemli bir rol oynar. Bu merkezi damarsız bölge, FAZ olarak adlandırılır ve retinanın en yüksek görme keskinliğine sahip bölgesidir. FAZ'ın varlığı, ışık saçılmasını azaltarak görsel alginın optik kalitesini artırır. OKTA FAZ bölgesinin boyutu ve şekli hakkında değerli bilgiler sunar. Bir derlemede, FAZ değerinde çeşitli hastalıklar sonrası meydana gelebilecek değişikliklerin takip edilmesinde OKTA'nın iyi bir seçenek olduğu belirtilmiştir.(109) Hastalarımız üzerinde yapılan incelemelerde, YAG lazer kapsülotomi sonrası ilk saatte FAZ değerinde bir artış gözlenmiş, sonrasında ise hem bir hafta hem de bir ay sonra azalma tespit edilmiştir. Ancak, bu artış ve azalmanın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür ($p=0,115$). Bu bulgu, YAG lazer kapsülotomisinin kısa ve orta vadede FAZ üzerinde kalıcı bir etki yaratmadığını düşündürmektedir.

OKTA en face görüntüleri, ince katmanlar kullanılarak retina içindeki vasküler ağları çeşitli derinliklerde katman katman görselleştirmek için kullanılmaktadır.

Lumbroso ve arkadaşlarının çalışmalarında, bu yaklaşım kullanılarak retina içindeki vasküler ağların başlangıçta iki farklı vasküler desen olarak ayırt edildiği belirtilmiştir. Bu desenler, göreceli derinliklerine ve vasküler yapılarına göre sınıflandırılarak "yüzeyel pleksuslar" ve "derin pleksuslar" olarak adlandırılmıştır. Yüzeyel pleksus, retina tabakasının daha yüzeyel bölümünde yer alırken, derin pleksus retina tabakasının daha iç bölümlerinde bulunur.(110,111) Literatürde YAG lazer kapsülotomisinin retinanın vasküler yapıları üzerine etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu alandaki tek çalışma Urfalıoğlu ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, tedavi süresince kullanılan toplam enerjinin 50 mJ altında olduğu 15 hasta üzerinde incelemeler yapılmıştır. Hastalar, YAG lazer kapsülotomi öncesi ve sonrasında 1. saat, 1. hafta ve 1. ayda makula ve optik diskteki VD değerleri açısından değerlendirilmiştir. Farklı zaman dilimlerinde yapılan OKTA çekimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.(11) ($p>0,05$). Bu çalışma, YAG lazer kapsülotomisinin kısa vadede retinanın vasküler yapıları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Ancak, çalışmanın hasta sayısının az olması ve kullanılan enerjinin 50 mJ ile sınırlı olması gibi kısıtlılıklar, sonuçların genelleştirilmesi açısından dikkate alınması gereken faktörlerdir.

Çalışmamızda, YAG lazer kapsülotomi tedavisi sürecinde uygulanan toplam enerjinin 50 mJ üzerinde olduğu 30 hasta incelenmiştir. Tedavi öncesi ve sonrasında farklı zamanlarda elde edilen OKTA değerleri kıyaslandığında, yüzeyel kapiller pleksusta, SPED değeri dışında, hem parafovea hem de perifoveal tüm değerlerde anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu bulgu, YAG lazer kapsülotomi işlemi sonrasında yüzeyel kapiller pleksusun OKTA değerlerinde genel bir artış olduğunu göstermektedir. Özellikle parafoveal bölgede, nasal kadran dışındaki tüm değerler tedavi sonrası birinci ayda en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Bu, YAG lazer kapsülotomisinin, özellikle parafoveal bölgedeki vasküler yoğunluğu artırdığını gösteren önemli bir bulgudur. Parafoveal bölgedeki kadrarlarda, farklı zaman dilimlerinde çekilen OKTA değerleri açısından yapılan ikili karşılaştırmalarda, temporal, nazal ve inferior kadrarlarda tedavi sonrası birinci aydaki değerlerde, sırasıyla, tedavi öncesi ve tedavi sonrası birinci saate göre anlamlı artışlar gözlemlenmiştir (sırasıyla $p=0,02$, $p=0,03$, $p=0,004$).

Çalışmamızda DKP değerlerinin incelenmesi sonucunda, foveal dansite, perifoveal dansite ve perifoveal süperior kadradaki dansite değerlerinde anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu bulgular, YAG lazer kapsülotomi tedavisinin, derin kapiller pleksusta belirgin değişikliklere yol açabileceğini göstermektedir. DFD) ve DPED değerleri, tedaviden sonraki tüm zaman dilimlerinde artış eğiliminde olmuş ve tedavi sonrası birinci ayda en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Ancak DPESD değeri tedavi sonrası birinci haftaya kadar artış göstermiş ve tedavi sonrası birinci ayda azalma göstermiştir. Yüzeysel ve derin kapiller pleksuslardaki bu değişimlerin karşılaştırılması, yüzeysel kapiller pleksusta anlamlı değişiklik gösteren değer sayısının derin kapiller pleksustan daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle parafoveal bölgedeki hiçbir değerde derin kapiller pleksus için anlamlı bir değişiklik izlenmemiştir. Bu durum, YAG lazer kapsülotomi sonrasında meydana gelen değişikliklerin, özellikle yüzeysel kapiller pleksusa daha yakın bölgelerde yoğunlaştığını düşündürmektedir. Bu bulgular, YAG lazer kapsülotomi tedavisinin retinanın hem yüzeysel hem de derin vasküler yapıları üzerinde etkileri olduğunu göstermektedir. Ancak, tedavinin yüzeysel pleksusta daha belirgin değişikliklere neden olduğu ve bu değişikliklerin, tedavinin retinal vasküler yapılar üzerindeki etkilerini anlamak için önemli olduğu görülmektedir.

YAG lazer kapsülotomi tedavisini takiben ön segmentte inflamasyon meydana geldiğini gösteren çalışmalar olup vitreus ve retinal inflamasyon ile ilgili detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. YAG lazer kapsülotomisinin, insan aköz ve vitröz sıvılarında oksidatif stres üzerine olan etkilerini inceleyen ex-vivo çalışmaların eksikliği, bu alandaki bilgi boşluğunu doldurmayı hedefleyen önemli bir çalışmayla ele alınmıştır. Bu çalışma, özellikle 36 hastadan alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiş olup, bu bireylerden 15'i AKK teşhisi nedeniyle vitrektomi operasyonundan yedi gün önce YAG lazer kapsülotomi işlemine tabi tutulmuş, geriye kalan 21 hasta ise herhangi bir lazer tedavisi görmemiştir. Çalışmanın odak noktası YAG lazer kapsülotomisinin aköz ve vitröz sıvılar üzerindeki oksidatif stres indüksiyonu olmuştur. Araştırmada, operasyon sırasında alınan aköz sıvı ve vitröz örneklerinde, Thiobarbiturik asit reaktif maddeleri (TBARS), nitrit seviyeleri, superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz gibi antioksidatif aktiviteler, ve 4-Hidroksinonenal (4-HNE) ile protein konjugatı oluşumu gibi oksidatif stres

göstergeleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları, YAG lazer grubuna dahil olan hastaların vitröz sıvılarında, lazer tedavisi görmeyenlere kıyasla TBARS seviyelerinin önemli ölçüde yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu yükseklik, kapsülotomi sırasında kullanılan YAG lazerinin toplam enerjisi ile anlamlı bir korelasyona sahiptir, bu da lazerin enerji seviyesinin oksidatif stres üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Ayrıca, Nd:YAG lazer tedavisi gören hastalarda, hem aköz hem de vitröz sıvılarda SOD ve katalazın antioksidatif aktivitelerinde önemli bir azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma, oksidatif stresin artışı ile ilişkilendirilir ve antioksidan savunma mekanizmasının zayıfladığını işaret eder. TBARS ve antioksidatif enzim aktiviteleri ile uyumlu olarak, lazer tedavisi gören hastaların aköz ve vitröz sıvılarında, lazer tedavisi görmeyenlere göre 4-HNE ile konjuge protein seviyeleri önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, YAG lazer kapsülotomisinin oksidatif stresi artırabileceğini ve bu sürecin hücrel ve dokusal hasara yol açabileceğini göstermektedir. Oksidatif stres, reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif azot türleri gibi serbest radikallerin üretimi ve antioksidan savunma sisteminin arasındaki dengesizlik sonucu meydana gelir. DNA, proteinler ve lipidler üzerinde oksidatif bozulmalara yol açarak fonksiyonel bozukluklara, hasara ve inflamasyona sebep olan bu süreç, çeşitli hastalıkların gelişiminde önemli bir faktördür. Lazer tedavisi sırasında göze yüksek enerjinin aktarılması, yerel oksidatif stres tepkisini tetikleyebilir ve sonuç olarak, artmış reaktif oksijen türleri üretimi ve antioksidan savunma mekanizmalarının azalmasıyla karakterize edilen hücrel hasar ve inflamasyon meydana gelebilir. Bu çalışma, YAG lazer kapsülotomisinin potansiyel oksidatif stres etkilerini ve bu durumun göz sağlığı üzerindeki olası komplikasyonlarını ortaya koyarak, lazer tedavilerinin sonuçlarına dair derinlemesine bir anlayış sunar.(112)

Hamdi Er ve ekibi tarafından gerçekleştirilen bir hayvan çalışması, 15 tavşan üzerinde odaklanılmış ve bu tavşanların toplamda 30 gözü incelenmiştir. Araştırmanın merkezinde, YAG lazer kapsülotomi işlemi sonrasında aköz sıvıdaki NO ve çeşitli sitokin düzeylerindeki değişimler yer almaktadır. YAG lazer kapsülotomi, AKK'nin temel tedavi yöntemi olup, bu işlem sonrası vücudun inflamatuvar yanıtının nasıl değiştiğini anlamak amacıyla yapılan bu çalışmada, işlemden sonraki 12., 24., ve 48. saatlerde NO ve sitokin seviyelerindeki artışlar dikkate alınmıştır. Bulgular, işlem öncesine kıyasla, özellikle ilk 24 saat içerisinde, NO ve sitokin seviyelerinde anlamlı

bir yükselme olduğunu göstermiştir. Bu artış, inflamasyonun bir göstergesi olarak kabul edilir ve işlemin göz üzerindeki akut etkilerini ortaya koyar. İstatistiksel olarak, bu yükselmenin anlamlılığı $p<0,05$ değeriyle belirlenmiştir.(113)

Mandai ve ekibinin yürüttüğü başka bir araştırma, gözün ön kamarasındaki inflamatuvar süreçler sırasında, özellikle oküler dokularda nitrik oksit sentaz aktivitesinde önemli bir artış olduğunu bildirmiştir.(114) Bu çalışma, inflamasyonun göz dokuları üzerindeki etkilerini daha derinlemesine incelemek için yapılmış olup, nitrik oksit sentazın aktivitesindeki artış, inflamatuvar sürecin bir parçası olarak kabul edilir. IL-1, IL-2, IL-6, ve TNF gibi sitokinler, hasar sonrası immunolojik inflamasyon ve onarıcı konak tepkilerini düzenlemekle görevli peptid aracılardır. Bu moleküller, vücudun hasara karşı geliştirdiği savunma mekanizmalarında kritik roller oynar.(115) YAG lazer kapsülotomi sonrası gözlemlenen akut inflamasyon, hem aköz sıvıda asılı kalan hasar görmüş dokunun varlığından hem de tekrarlanan şok dalgaları nedeniyle mekanik hasardan kaynaklanmaktadır. Özellikle, posterior kapsülotominin aşırı yapıldığı durumlarda, siliyer cismin zarar görmesi, immün yanıtın tetiklenmesine ve dolayısıyla inflamasyonun artmasına neden olur. Bu süreçte, prostaglandinler gibi çeşitli immün aracılar aktive olur ve bu aktivasyon, tahriş edici ve immünolojik tepkilerin gelişimine, bu da kan-aköz sıvı bariyerinin bozulmasına yol açar. Sonuç olarak, göz içi inflamasyonun artışı ve çeşitli komplikasyonların ortaya çıkışı söz konusu olabilir. Bu bilgiler, YAG lazer kapsülotomisinin göz üzerindeki etkilerini ve potansiyel inflamatuvar yanıtları daha iyi anlamak için önemli bir temel oluşturur.

Vitreus floaters, gözün vitreus cisminde yer alan mikroskopik boyuttaki kollajen liflerden kaynaklanır. Bu lifler, ışığın retinaya düşmesini engelleyerek gölgeler oluşturur ve bireyler tarafından "floaters" olarak adlandırılan hareketli görüntülerin algılanmasına neden olur. Bu görüntüler, özellikle parlak ışık altında veya beyaz bir zemin üzerine bakıldığında daha belirgin hale gelir. Belirli durumlarda, bu cisimcikler bazı hastalar için sürekli bir rahatsızlık kaynağı olabilir ve yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürebilir.(116) Son yıllarda, göz içi floatersin tedavisinde cerrahların dikkatini çeken bir yöntem olan YAG lazer vitreolizisi, bu alanda önemli bir ilerleme olarak kabul edilmektedir. YAG lazer vitreolizis, invaziv olmayan bir yaklaşım sunarak, floatersları etkili bir şekilde giderme potansiyeline sahiptir. Bu yöntem, özellikle minimal yan etki riski ile hastalar için daha güvenli bir alternatif

sunar.(117,118) YAG lazer vitreolizisi, lazer ışınlarının kullanılarak vitreus içindeki kollajen liflerin parçalanması ve böylece görüntü bozukluklarının azaltılması prensibine dayanır. YAG lazer vitreolizisinin intraoküler dokular üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırmada, 36 deney hayvanı üzerinde yapılan çalışma dikkate alınmıştır. Bu çalışmada, tedavi sırasında kullanılan lazer enerjisinin miktarına göre hayvanlar üç farklı gruba ayrılmıştır. Tedavi sonrasında aköz sıvıdaki interlökin-1 α , interlökin-1 β , interleukin-8 ve tümör nekrozis faktörü- α gibi inflamatuvar sitokin değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle, lazer tedavisinde kullanılan enerjinin en yüksek olduğu grupta, inflamatuvar sitokinlerin daha fazla artış gösterdiği saptanmıştır.(119) Bu bulgular, YAG lazer vitreolizisinin, uygulanan enerjinin miktarına bağlı olarak intraoküler inflamasyonu tetikleyebileceğini göstermektedir. Ancak, bu yöntemin göz içi floatersların tedavisinde etkili ve güvenli olduğu, uygun koşullar altında ve doğru enerji seviyeleri kullanılarak yapıldığında, önemli bir tedavi seçeneği olabileceğini de belirtmek gerekir. Bu çalışmalar, YAG lazer vitreolizisinin, göz içi floaters tedavisinde umut verici bir yöntem olarak ortaya çıktığını, ancak inflamatuvar yanıtlar üzerindeki potansiyel etkilerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Tedavi sürecinin her aşamasında, hasta güvenliğinin ve tedavi etkinliğinin optimize edilmesi için, kullanılan lazer enerjisinin miktarı gibi faktörlere dikkat edilmesi önemlidir.

Nd:YAG lazer kapsülotomisi sonrasında meydana gelen retinal komplikasyonlarını açıklamak için birkaç faktör öne sürülmüştür. Bu faktörler arasında, perifoveal vitre kontraksiyonunun maküler hole gelişimi için bir risk faktörü olduğu Chaudhary ve arkadaşlarının çalışmasında öne sürülmüştür. Diğer taraftan, YAG lazer atışlarının doğrudan arka kutba ulaşabileceği ve bu durumun potansiyel bir risk oluşturabileceği belirtilmiştir.(120-123) Lerman ve arkadaşları, YAG lazerinin posterior kapsül veya orta vitröz alana uygulanmasının ardından, hem maymun hem de tavşan gözlerinde vitrözün önemli ölçüde sıvılaştığını gözlemlemişlerdir. Bu gözlemler, vitröz değişikliklerinin, lazer uygulamasıyla eş zamanlı gerçekleşen akustik geçişlerden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Bu tür akustik geçişler, vitröz yapısında değişikliklere ve dolayısıyla retinal yapılarda komplikasyonlara neden olabilir.(124) Bonner ve arkadaşlarının çalışması, Q-switched ve mode-locked neodim:YAG lazerlerinin retinadan 2 mm içinde odaklanmasının, maymun ve tavşan

gözlerinde doğrudan retinal hasara yol açtığını rapor etmiştir. Bu, YAG lazer atışlarının retinal dokular üzerinde doğrudan zararlı etkileri olabileceğini gösteren bir diğer örnektir.(125) Ayrıca, Jampol ve arkadaşları, YAG lazer tedavisi sırasında insan vitröz membranında ve retinadan 2 ila 3 mm uzaklıkta bir retinal venin mikro perforasyonunun yanı sıra RPE odaklanmış hasar alanlarının oluştuğunu ve bu hasarların tedaviden sadece 48 saat sonra yapılan muayenelerde tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu, YAG lazer tedavisinin retinal yapılara potansiyel olarak zarar verme kapasitesine dair önemli bir gözlemdir. (126)

Çalışmamızda, YAG lazer kapsülotomi uygulanan hastaların OD ile OKTA parametreleri de incelenmiştir. Özellikle, PPRNFL üzerindeki etkiler dikkate alınmıştır. Tedavi sonrasında, hem genel olarak hem de süperior ve inferior bölgelerde PPRNFL'de bir azalma gözlemlenmiş; bunu takiben tedavi sonrası birinci hafta ve birinci ayda PPRNFL'de artış saptanmıştır. Ancak, bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Literatüre bakıldığında, AKK'nın retina sinir lifi kalınlığını ölçmede etkisinin incelendiği OKT ile yapılan çalışmalar mevcuttur ve bu çalışmalarda YAG lazer kapsülotomiyi takiben PPRNFL'de bir artış gözlemlenmiştir. (127-129)

Bu bulgular çalışmamızın bulgularıyla kıyaslandığında OKTA'nın OKT'ye göre daha güvenli sonuç verebileceğini düşündürmektedir. OD ile ilgili VD değerlerine bakıldığında, RPKVD değerinde tedavi sonrası farklı zaman çekimleri arasında anlamlı bir fark görülmüştür. RPKVD değerinde tedaviyi takiben ilk saatte bir azalma, tedavi sonrası birinci hafta ve birinci ayda ise bir artma izlenmiştir. Literatür tarandığında, YAG lazer kapsülotominin OD kan dolaşımı üzerine olan etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamıştır.

Bu çalışmamızda, AKK tanısı almış ve YAG lazer kapsülotomi tedavisi için endikasyon gösterilmiş hastalar üzerinde odaklanılmıştır. Hastaların tedavi sürecinde uygulanan toplam enerjinin 50-100 mJ arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın temel amacı, tedavi öncesi ve sonrasında farklı zaman dilimlerinde yapılan OKTA ölçümleri ile optik disk ve makulada meydana gelen değişiklikleri incelemektir. Bu tür bir çalışma, YAG lazer kapsülotomisinin retinal yapılar ve vasküler yapılar üzerindeki etkileri hakkında değerli bilgiler sunarak, bu tedavi yönteminin güvenliği ve etkinliği

konusunda daha derin bir anlayış sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, elde edilen bulgular, OKTA teknolojisinin kliniğimizde AKK tanısı almış hastaların tedavi sürecindeki değişimleri izlemede ne kadar etkili olabileceğini de göstermektedir. Bu çalışma, YAG lazer kapsülotomisi uygulanan hastalarda optik disk ve makula sağlığının korunması ve iyileştirilmesi açısından önemli katkılar sunabilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1- Çalışmamıza alınan hastalara YAG lazer kapsülotomi tedavisi uygulanırken uygulanan enerji 1-2 mJ/atış ve toplam enerji 50-100 mJ idi.Yüksek enerji gerektiren AKK'lı olgularda YAG lazer kapsülotomi sonrası anlamlı farklılıklar olabileceği görüldü.
- 2- Tedaviyi takiben GİB ve SMK değerlerinde anlamlı fark görülmedi.(sırasıyla $p=0,147$ ve $p=0,594$)
- 3- Yüzeysel kapiller pleksuda ait OKTA değerlerinden SPED hariç tüm değerlerde anlamlı fark görülmüş($p<0,05$), SPAND değeri hariç tüm değerler en yüksek değerine tedavi sonrası 1.ayda ulaşmıştır.
- 4- Derin kapiller pleksus incelendiğinde DFD, DPED ve DPESD değerlerinde anlamlı fark görülmüş($p<0,05$), DFD ve DPED değerleri tedaviden sonraki tüm zamanlarda artış eğiliminde olup postop 1.ayda en yüksek değerine ulaşırken, DPESD değeri postop 1.haftaya kadar artmış postop 1.ayda azalma göstermiştir.
- 5- OD OKTA değerlerinden sadece RPKVD değerinde anlamlı fark izlenmiştir.($p<0,05$)
- 6- Yüzeysel ve Derin kapiller pleksuslar beraber değerlendirildiğinde yüzeysel pleksusta daha fazla sayıda değerde etkilene görülmüş bu YAG lazer kapsülotomi tedavisi sonrası meydana gelen değişikliklerin yüzeysel tabakaya daha yakın olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.
- 7- AKK'lı gözlerde OD PPRNLF değerlendirmesinde OKTA'nın OKT ye göre farklılık gösterebileceği sonucuna ulaşılmıştır.
- 8- Tekrarlanması oldukça kolay, hızlı, invaziv olmayan, boyar madde gerektirmeyen ve iki gözü aynı şekilde değerlendirme imkanı sunan bir görüntüleme aracı olan OKTA YAG lazer kapsülotomi yapılan hastaların takibinde etkili ve güvenlidir.

7.KAYNAKLAR

1. Hooper PL, Rao NA, Smith RE (1990) Cataract extraction in uveitis patients. *Surv Ophthalmol* 35(2):120–144.
2. Ionides A, Dowler JG, Hykin PG, Rosen PH, Hamilton AM (1994) Posterior capsule opacification following diabetic extracapsular cataract extraction. *Eye (Lond)* 8(Pt 5):535–537.
3. Murrill CA, Stanfield DL, Van Brocklin MD (1995) Capsulotomy. *Optom Clin* 4(4):69–83.
4. Wormstone, I.M.; Wang, L.; Liu, C.S.C. Posterior Capsule Opacification. *Exp. Eye Res.* 2009, 88, 257–269.
5. Hu, C.Y.; Woung, L.C.; Wang, M.C.; Jian, J.H. Influence of laser posterior capsulotomy on anterior chamber depth, refraction, and intraocular pressure. *J. Cataract Refract. Surg.* 2000, 26, 1183–1189.
6. García-Arumí, J.; Palau, M.M.; Espax, A.B.; Martínez-Castillo, V.; Garrido, H.B.; Corcóstegui, B. Reopening of 2 macular holes after Neodymium:YAG capsulotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006, 32, 363–366.
7. Koustenis A, Harris A, Gross J, Januleviciene I, Shah A, and Siesky B, Optical coherence tomography angiography: an overview of the technology and an assessment of applications for clinical research. *Br J Ophthalmol*, 2017; 101(1):16-20.
8. Tariq M, Iqbal K, Inayat B, Rehman MU, Zaheer W, Shahid MA, Ahmed M, Abbas K. Impact of Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet (Nd-YAG) Posterior Capsulotomy Laser Treatment on Central Macular Thickness: A Prospective, Observational Study From a Tertiary Care Center. *Cureus*. 2021 Jul 7;13(7):e16242.
9. Alonistiotis D, Androu A, Manolakis A, Karmou K, Takis A, Stavrakas P, Theodossiadis P. The influence of mild posterior capsular opacification on spectral domain optical coherence tomography retinal nerve fiber layer thickness. *Int Ophthalmol*. 2022 Jun;42(6):1811-1817.
10. Vatansever M, Dinç E, Dursun Ö, Adıgüzel U, Yılmaz A, Temel GÖ. The Role of Optical Coherence Tomography Signal Strength in the Diagnosis and Follow-up of Patients with Posterior Capsular Opacification Treated with Nd:YAG Laser Capsulotomy. *Turk J Ophthalmol*. 2020 Mar 5;50(1):1-5.
11. Urfalıoğlu S, Özdemir G, Güler M, Daghan B, Öz F. The evaluation of the effect of Nd-YAG capsulotomy on posterior ocular vascular structures by Optical coherence tomography angiography.

Photodiagnosis Photodyn Ther. 2023 Jun;42:103323.

12. Sigelman J, Retinal diseases: pathogenesis, laser therapy, and surgery. Little, Brown Medical Division 1984.
13. Özdemir H, Serra A, and Karaçorlu M, Maküla Hastalıklarında Optik Koherens Tomografi. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2015: 7-11.
14. Aydın P and Akova Y, Temel Göz Hastalıkları. Retinanın Embriyogenezi ve Fizyolojisi. Güneş Tıp Kitabevi, 2005: 634-638.
15. Klein R, Knudtson MD, Lee KE, Gangnon R, and Klein BE, The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy XXIII: the twenty-five-year incidence of macular edema in persons with type 1 diabetes. Ophthalmology, 2009; 116(3):497-503.
16. Aydın P and Akova Y, Temel Göz Hastalıkları. Gunes Kitabevi, 2015.
17. Wolff E, Wolff's anatomy of the eye and orbit. (7 ed). London: Weinheim; Tokyo: Chapman & Hall medical, 1997.
18. Tripathi R.C, T.B.J., Anatomy of the human eye, orbit and adnexa, in The Eye. 3 ed, ed. H. Davson. 1984, London: Academic Press.
19. W, E., Wolff's anatomy of the eye and orbit. 7 ed. 1997, London; Weinheim; Tokyo: Chapman & Hall medical.
20. Aydın P, Akova YA. Temel göz hastalıkları: Güneş; 2001.
21. Simo, R., et al., The retinal pigment epithelium: something more than a constituent of the blood-retinal barrier--implications for the pathogenesis of diabetic retinopathy. J Biomed Biotechnol, 2010. 2010: p. 190724.
22. Watzke, R.C., J.D. Soldevilla, and D.R. Trune, Morphometric analysis of human retinal pigment epithelium: correlation with age and location. Curr Eye Res, 1993. 12(2): p. 133-42.
23. Sigelman J, O.V., Ocular anatomy, embryology and teratology, ed. J. FA. 1982, Philadelphia: Harper and Rowe.
24. Pei, Y.F. and G.K. Smelser, Some fine structural features of the ora serrata region in primate eyes. Invest Ophthalmol, 1968. 7(6): p. 672-88.
25. Hayreh S. Physiological Anatomy of the Retinal Vasculature. 2010.
26. Remington LA and Goodwin D, Clinical anatomy of the visual system E-Book., Elsevier Health Sciences, 2011.
27. Schneider M, Molnar A, Angeli O, Szabo D, Bernath F, Hajdu D, et al. Prevalence of Cilioretinal Arteries: A systematic review and a prospective cross-sectional observational study. 2020.
28. Pournaras CJ, Rungger-Brändle E, Riva CE, Hardarson SH, and

- Stefansson E, Regulation of retinal blood flow in health and disease. *Prog Retin Eye Res*, 2008; 27(3):284-330.
29. Henkind P and De Oliveira LF, Retinal Arteriolar Annuli. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 1968; 7(5):584-591.
 30. Shakib M and Cunha-Vaz JG, Studies on the permeability of the blood-retinal barrier: IV. Junctional complexes of the retinal vessels and their role in the permeability of the blood-retinal barrier. *Experimental Eye Research*, 1966; 5(3):229-IN16.
 31. Hirschi KK and D'Amore PA, Pericytes in the microvasculature. *Cardiovascular Research*, 1996; 32(4):687-698.
 32. Snead MP and Yates JR, Clinical and Molecular genetics of Stickler syndrome. *J Med Genet*, 1999; 36(5):353-9.
 33. Hayreh SS, The Ophthalmic Artery: III. Branches. *Br J Ophthalmol*, 1962; 46(4):212-47
 34. Le Goff MM and Bishop PN, Adult vitreous structure and postnatal changes. *Eye (Lond)*, 2008; 22(10):1214-22.
 35. Salmon J, Kanski's Clinical Ophthalmology E-Book: A Systematic Approach. Elsevier Health Sciences, 2019.
 36. Stamper RL, Lieberman MF, Drake MV, and Becker B, Becker-Shaffer's Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Mosby/Elsevier, 2009.
 37. Makita S, Hong Y, Yamanari M, Yatagai T, and Yasuno Y, Optical coherence angiography. *Opt Express*, 2006; 14(17):7821-40.
 38. Jia Y, Tan O, Tokayer J, Potsaid B, Wang Y, Liu JJ, et al., Split-spectrum amplitudedecorrelation angiography with optical coherence tomography. *Opt Express*, 2012; 20(4):4710-25.
 39. Awasthi, N.; Guo, S.; Wagner, B.J. Posterior capsular opacification: A problem reduced but not yet eradicated. *Arch. Ophthalmol.* 2009, 127, 555–562.
 40. González-Martín-Moro, J.; González-López, J.J.; Gómez-Sanz, F.; Zarallo-Gallardo, J.; Cobo-Soriano, R. Posterior capsule opacification, capsular distension syndrome, and anterior capsular phimosis: A retrospective cohort study. *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.* 2015, 90, 69–75
 41. Schaumberg, D.A.; Dana, M.R.; Christen, W.G.; Glynn, R.J. A systematic overview of the incidence of posterior capsule opacification. *Ophthalmology* 1998, 105, 1213–1221.
 42. Shani L, David R, Tessler Z, Rosen S, Schneck M, Yassur Y. Intraocular pressure after neodymium:YAG laser treatments in the anterior segment. *J Cataract Refract Surg.* 1994 Jul;20(4):455-8.

43. Prakash G, Jhanji V, Sharma N, Titiyal JS. Posterior capsule opacification in diabetic patients. *J Cataract Refract Surg.* 2007 Mar;33(3):363-4.
44. Kim, N.J.; Lee, J.H. Effect of an acrylic posterior chamber intraocular lens on posterior capsule opacification in cataract patients with associated risk factors. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003, 29, 1575–1578.
45. Tetz, M.R.; Nimsger, C. Posterior capsule opacification. Part 2: Clinical findings. *J. Cataract Refract. Surg.* 1999, 25, 1662–1674.
46. Hayashi, K.; Hayashi, H.; Nakao, F.; Hayashi, F. Posterior capsule opacification after cataract surgery in patients with diabetes mellitus. *Am. J. Ophthalmol.* 2002, 134, 10–16.
47. Zaczek, A.; Zetterström, C. Posterior capsule opacification after phacoemulsification in patients with diabetes mellitus. *J. Cataract Refract. Surg.* 1999, 25, 233–237
48. McLeod, S.D. Risk factors for posterior capsule opacification. *Br. J. Ophthalmol.* 2005, 89, 1389–1390
49. Mian, S.I.; Fahim, K.; Marcovitch, A.; Gada, H.; Musch, D.C.; Sugar, A. Nd:YAG capsulotomy rates after use of the acrysof acrylic three piece and one piece intraocular lenses. *Br. J. Ophthalmol.* 2005, 89, 1453–1457.
50. Nishi, O. Posterior capsule opacification. Part 1: Experimental investigations. *J. Cataract Refract. Surg.* 1999, 25, 106–117.
51. Chen, X.; Xu, J.; Chen, X.; Yao, K. Cataract: Advances in Surgery and Whether Surgery Remains the Only Treatment in Future. *Adv. Ophthalmol. Pract. Res.* 2021, 1, 100008
52. Allen, D.; Vasavada, A. Cataract and Surgery for Cataract. *BMJ* 2006, 333, 128–132.
53. Wormstone, I.M.; Wang, L.; Liu, C.S.C. Posterior Capsule Opacification. *Exp. Eye Res.* 2009, 88, 257–269.
54. Nibourg, L.M.; Gelens, E.; Kuijter, R.; Hooymans, J.M.M.; van Kooten, T.G.; Koopmans, S.A. Prevention of Posterior Capsular Opacification. *Exp. Eye Res.* 2015, 136, 100–115.
55. Holweger, R.R.; Marefat, B. Intraocular pressure change after neodymium:yag capsulotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 1997, 23, 115–121.
56. Wormstone, I.M.; Wormstone, Y.M.; Smith, A.J.O.; Eldred, J.A. Posterior Capsule Opacification: What's in the Bag? *Prog. Retin. Eye Res.* 2021, 82, 100905.
57. Trinavarat, A.; Atchaneeyasakul, L.; Udompunturak, S. Neodymium:yag laser damage threshold of foldable intraocular lenses.

J. Cataract Refract. Surg. 2001, 27, 775–780

58. Aslam TM, Devlin H, Dhillon B. Use of Nd: YAG laser capsulotomy. *Survey of Ophthalmol* 2003; 48: 594-612
59. Wormington CM. Lazer posterior capsulotomy. In: Hart CM, Ed. *Ophthalmic Lasers* (1st ed). USA; Elsevier Health Sciences; 2003: 209-257.
60. Stark WJ, Worthen D, Holladay JT, et al. Neodymium: YAG lasers an FDA report. *Ophthalmology* 1985; 92: 209-212.
61. Jahn CE, Emke M. Long-term elevation of intraocular pressure after neodymium: YAG laser posterior capsulotomy. *Ophthalmologica*. 1996;210(2):85-9.
62. Kraff MC, Sanders DR, Lieberman HL. Intraocular pressure and the corneal endothelium after Neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. *Arch Ophthalmol* 1985; 103: 511-514.
63. Yücel İ, Duranoğlu Y, Aksu G, et al. Nd: YAG lazer posterior kapsülotomi sonuçlarımız. *T Klin Oft* 1995; 4: 242-245.
64. Demir N, Koçak Altıntaş AG, Yalvaç I, et al. Katarakt cerrahisi sonrası Nd: YAG lazer kapsülotomi. *MN Oft* 1998; 5: 307-308.
65. Khanzada MA, Jatoi SM, Nasranî AK, et al. Experience of Nd: YAG lazer posterior capsulotomy in 500 cases. *J Liaquat Uni Med Health Sci* 2007; 6: 109-115.
66. Menon GJ, Wong KK, Bundhun T, et al. The effect of Nd: YAG lazer posterior capsulotomy on stereoacuity. *Eye* 2009; 23: 186-189
67. Esgin H, Benian Ö, Mısır M, et al. Sekonder kataraktlarda Nd-YAG lazer kapsülotomi sonuçları ve komplikasyonları. *MN Oft* 1999; 6: 212-215.
68. Helbig H, Kellner U, Bornfeld N, et al. Cataract surgery and YAG lazer capsulotomy following vitrectomy for diabetic retinopathy. *Ger J Ophthalmol* 1997; 5: 408–414.
69. Durham DG, Gills JP. Three thousand YAG lasers in posterior capsulotomies: an analysis of complications and comparison to polishing and surgical discissions. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1985; 83: 218–235.
70. M. Nakazawa, K. Ohtsuki, Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses, *Am. J. Ophthalmol.* 96 (4) (1983) 435–438
71. Apple DJ, Solomon KD, Tetz MR, Assia EI, Holland EY, Legler UF, Tsai JC, Castaneda VE, Hoggatt JP, Kostick AM: Posterior capsule opacification. *Surv Ophthalmol* 1992, 37(2):73–116.

72. McDonnell PJ, Zarbin MA, Green WR: Posterior capsule opacification in pseudophakic eyes. *Ophthalmology* 1983, 90(12):1548–1553.
73. Saika S: Relationship between posterior capsule opacification and intraocular lens biocompatibility. *Prog Retin Eye Res* 2004, 23(3):283–305.
74. Magno BV, Datiles MB, Lasa MSM, Fajardo MR, Caruso RC, Kaiser-Kupfer MI (1997) Evaluation of visual function following neodymium:YAG laser posterior capsulotomy. *Ophthalmology* 104:1287–1293
75. Claesson M, Klaren L, Beckman C, Sjöstrand J (1994) Glare and contrast sensitivity before and after Nd:YAG laser capsulotomy. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 72:27–32
76. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F (2003) Correlation between posterior capsule opacification and visual function before and after neodymium:YAG laser posterior capsulotomy. *Am J Ophthalmol* 136:720–726
77. Menon GJ, Wong KK, Bundhun T, Ewings P, Twomey JM (2009) The effect of Nd:YAG laser posterior capsulotomy on stereoacuity. *Eye* 23:186–189
78. Kwapiszeski BR, Gallagher CC, Holmes JM (1996) Improved stereoacuity: an indication for unilateral cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 22:441–445
79. Pandey SK, Apple DJ, Werner L, Maloof AJ, Milverton EJ. Posterior capsule opacification: A review of the aetiopathogenesis, experimental and clinical studies and factors for prevention. *Indian J Ophthalmol* 2004;52:99-112.
80. Ebihara Y, Kato S, Oshika T, Yoshizaki M, et al. Posterior capsule opacification after cataract surgery in patients with diabetes mellitus. *J. Cataract Refract Surg.* 2006 Jul;32(7):1184.
81. Rahman I, Jones NP. Long-term results of cataract extraction with intraocular lens implantation in patients with uveitis. *Eye.* 2005 Feb;19(2):191.
82. Garrott HM, Walland MJ, O'Day J. Recurrent posterior capsular opacification and capsulorhexis contracture after cataract surgery in myotonic dystrophy. *Clin. Experiment Ophthalmol.* 2004 Dec;32(6):653.
83. Auffarth GU, Nimsgern C, Tetz MR, Krastel H, et al. Increased cataract rate and characteristics of Nd: YAG laser capsulotomy in retinitis pigmentosa. *Ophthalmologe.* 1997 Nov;94(11):791.
84. Krishnamachary M, Rath V, Gupta S. Management of traumatic cataract in children. *J. Cataract Refract Surg.* 1997;23(Suppl 1):681.

85. Apple, DJ et al. Eradication of posterior capsule opacification. *Ophthalmology*, Volume 108, Issue 3, 505 – 518.
86. Grzybowski A, Kancierz P. Does Nd:YAG capsulotomy increase the risk of retinal detachment? *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2018;7(5):339-344.
87. Wesolosky J, Tennant M, Rudnisky CJ. Rate of retinal tear and detachment after neodymium:YAG capsulotomy. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43:923-928.
88. Karahan E, Er D, Kaynak S. An overview of Nd:YAG laser capsulotomy. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2014;3(2):45-50.
89. Chaudhry M, Baisakhiya S, Bhatia MS. A rare complication of Nd-YAG capsulotomy: propionibacterium acnes endophthalmitis. *Nepal J Ophthalmol*. 2011;3(1):80-82.
90. Slomovic AR, Parrish RK 2nd, Forster RK, Cubillas A: Neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. Central corneal endothelial cell density. *Arch Ophthalmol* 1986, 104(4):536–538.
91. Geerling G, Roeder J, Schmidt-Erfurt U, Nahen K, el-Hifnawi el S, Laqua H, Vogel A: Initial clinical experience with the picosecond Nd:YLF laser for intraocular therapeutic applications. *Br J Ophthalmol* 1998, 82(5):504–509.
92. Channell MM, Beckman H: Intraocular pressure changes after neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. *Arch Ophthalmol* 1984, 102(7):1024–1026.
93. Aron-Rosa DS, Aron JJ, Cohn HC: Use of a pulsed picosecond Nd:YAG laser in 6,664 cases. *J Am Intraocul Implant Soc* 1984, 10(1):35–39.
94. Kraff MC, Sanders DR, Lieberman HL: Intraocular pressure and the corneal endothelium after neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. Relative effects of aphakia and pseudophakia. *Arch Ophthalmol* 1985, 103(4):511–514.
95. Ficker LA, Steele AD: Complications of Nd:YAG laser posterior capsulotomy. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1985, 104(Pt 5):529–532.
96. Hohberger B, Müller M, Hosari S, Mardin CY. OCT-Angiography: Mydriatic phenylephrine and tropicamide do not influence retinal microvasculature in macula and peripapillary region. *PLoS One*. 2019 Oct 17;14(10):e0221395.
97. Matsunaga D, Yi J, Puliafito CA, and Kashani AH, OCT angiography in healthy human subjects. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2014; 45(6):510-5.
98. Mansoori T, Sivaswamy J, Gamalapati JS, Agraharam SG, and

Balakrishna N, Measurement of Radial Peripapillary Capillary Density in the Normal Human Retina Using Optical Coherence Tomography Angiography. *J Glaucoma*, 2017; 26(3):241-246.

99. Koustenis A, Harris A, Gross J, Januleviciene I, Shah A, Siesky B. Optical coherence tomography angiography: an overview of the technology and an assessment of applications for clinical research. *Br J Ophthalmol*. 2017 Jan;101(1): 16-20.
100. De Carlo TE, Romano A, Waheed NK, and Duker JS, A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). *Int J Retina Vitreous*, 2015; 1:5.
101. Lim CW, Cheng J, Tay ELT, Teo HY, Wong EPY, Yong VKY, et al., Optical coherence tomography angiography of the macula and optic nerve head: microvascular density and test-retest repeatability in normal subjects. *BMC Ophthalmol*, 2018; 18(1):315.
102. Ting DSW, Tan GSW, Agrawal R, et al. Optical coherence tomographic angiography in type 2 diabetes and diabetic retinopathy. *JAMA Ophthalmol* 2017;135:306–12.
103. Cicinelli MV, Rabiolo A, Marchese A, et al. Choroid morphometric analysis in non-neovascular age-related macular degeneration by means of optical coherence tomography angiography. *Br J Ophthalmol* 2017. 10.1136/bjophthalmol-2016-309481.
104. Battaglia Parodi M, Cicinelli MV, Rabiolo A, et al. Vascular abnormalities in patients with Stargardt disease assessed with optical coherence tomography angiography. *Br J Ophthalmol* 2017;101:780–5.
105. Battaglia Parodi M, Cicinelli MV, Rabiolo A, et al. Vessel density analysis in patients with retinitis pigmentosa by means of optical coherence tomography angiography. *Br J Ophthalmol* 2017;101:428–32.
106. Chen H-C, Lee C-Y, Sun C-C, Huang J-Y, Lin H-Y, Yang S-F. Risk factors for the occurrence of visual-threatening posterior capsule opacification. *Journal of translational medicine*. 2019;17(1):1-8.
107. Chuang LH, Li JH, Huang PW, Chen HSL, Liu CF, Yang JW, Lai CC. Association of Intraocular Pressure and Optical Coherence Tomography Angiography Parameters in Early Glaucoma Treatment. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Sep 8;12(9):2174.
108. Tariq M, Iqbal K, Inayat B, Rehman MU, Zaheer W, Shahid MA, Ahmed M, Abbas K. Impact of Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet (ND-YAG) Posterior Capsulotomy Laser Treatment on Central Macular Thickness: A Prospective, Observational Study From a Tertiary Care Center. *Cureus*. 2021 Jul 7;13(7):e16242.
109. Yilmaz T, Yilmaz A. Long-term changes in subfoveal choroidal

thickness and central macula thickness after Nd:YAG laser capsulotomy. *Int Ophthalmol*. 2017 Aug;37(4):1003-1008.

110. Spaide R. F., Klancnik J. M. & Cooney M. J. Retinal Vascular Layers Imaged by Fluorescein Angiography and Optical Coherence Tomography Angiography. *JAMA Ophthalmol*, doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.3616 (2014).
111. Lumbroso B., Huang D., Romano A., Rispoli M. & Coscas G. *Clinical En Face OCT Atlas* (Jaycee Brothers Medical, 2013).
112. Bergandi L, Skorokhod OA, Franzone F, La Grotta R, Schwarzer E, Nuzzi R. Induction of oxidative stress in human aqueous and vitreous humors by Nd:YAG laser posterior capsulotomy. *Int J Ophthalmol*. 2018 Jul 18;11(7):1145-1151.
113. Er H, Gündüz A, Cigli A, Turkoz Y, Cekmen M. Quantification of nitric oxide and cytokines in rabbit aqueous humor after neodymium:YAG laser capsulotomy. *Ophthalmic Res*. 2000 Mar-Jun;32(2-3):106-9.
114. Mandai M, Yoshimura N, Yoshida M, Iwaki M, Honda Y: The role of nitric oxide synthase in endotoxin-induced uveitis: Effects of NG-nitro-L-arginine. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994;35:3673–3679.
115. Oppenheim JJ, Ruscetti FW, Faltynek C: Cytokines; in Stites DP, Terr AI (eds): *Basic Human Immunology*. East Norwalk, Appleton & Lange, 1991, pp 78–100.
116. Wagle AM, Lim WY, Yap TP, Neelam K, Au Eong KG (2011) Utility values associated with vitreous floaters. *Am J Ophthalmol* 152:60–65-e1.
117. Vandorselaer T, Van De Velde F, Tassignon MJ (2001) Eligibility criteria for Nd-YAG laser treatment of highly symptomatic vitreous floaters. *Bull Soc Belge Ophthalmol* 280:15–19
118. Shah CP, Heier JS (2017) YAG laser vitreolysis vs sham YAG vitreolysis for symptomatic vitreous floaters: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol* 135:918–923.
119. Liu J, Wang H, Gu W, Zhao T, Fan W, Peng S. Safety of YAG laser vitreolysis for intraocular tissues: analysis of postoperative complications. *Int Ophthalmol*. 2023 Dec;43(12):4585-4593.
120. Mihailovic N, Eter N, Alnawaiseh M. Foveale avaskuläre Zone und OCT-Angiographie. Eine Übersicht aktueller Erkenntnisse [Foveal avascular zone and OCT angiography. An overview of current knowledge]. *Ophthalmologie*. 2019 Jul;116(7):610-616.
121. Winslow RL, Taylor BC. Retinal complications following YAG laser capsulotomy. *Ophthalmology* 1985; 92:785–789.
122. Chaudhary R, Sheidow T, Gonder JR, Merchea MM. Macular hole

following YAG capsulotomy [letter]. Br J Ophthalmol 1999; 83:755.

123. Garcí'a-Arumi' J, Morral Palau M, Boixadera Espax A, Martí'nezCastillo V, Blasco Garrido H, Corco'stegui B. Reopening of 2 macular holes after neodymium:YAG capsulotomy. J Cataract Refract Surg 2006; 32:363–366.
124. Lerman S, Thrasher B, Morgan M. Vitreous changes after neodymiumY AG laser irradiation of the posterior lens capsule or mid-vitreous. Am J Ophthalmol 1984; 97:470-5.
125. Bonner RF, Meyers SM, Gaasterland DE. Threshold for retinal damage associated with the use of high-power neodymium-VAG lasers in the vitreous. Am J Ophthalmol 1983; 96:153-9.
126. Jampol LM, Goldberg MF, Jednock N. Retinal damage from a Qswitched YAG laser. Am J Ophthalmol 1983; 96:326-9.
127. García-Medina JJ, García-Medina M, Dorta SG, Pinazo-Durán MD, Gallego-Pinazo R, Zanón-Moreno VC. Effect of posterior capsular opacification removal on scanning laser polarimetry measurements. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2006 Nov;244(11):1398-405.
128. Kara N., Altinkaynak H., Yuksel K., Kurt T., Demirok A. Effects of posterior capsular opacification on the evaluation of retinal nerve fiber layer as measured by stratus optical coherence tomography. Canadian Journal of Ophthalmology. 2012;47(2):176–180.
129. Garcia Medina J. J., Gómez Fernández J. J., Valentino S., et al. Influence of the posterior capsular opacification in the measurement of thickness of macular ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer by means of spectral domain OCT. Proceedings of the 8th Congress of the Spanish Society of Glaucoma; March 2013; Córdoba, Spain.