

## DERLEME REVIEW

# Retinal Arter Tıkanıklığında Görüntüleme Yöntemleri

## Imaging Methods in Retinal Artery Occlusion

Sinan BEKMEZ\*/ **ORCID No:** 0000-0002-7849-2717, Harun ÇAKMAK\*\*/ **ORCID No:** 0000-0003-3728-6009

\*Uzman Doktor, S.B.Ü Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, İzmir, Türkiye

\*\* Doçent Doktor, Adnan Menderes Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Göz Kliniği, Aydın, Türkiye

**Geliş Tarihi/Received:** 31.05.2019 **Kabul Tarihi/Accepted:** 15.12.2019

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Sinan BEKMEZ, S.B.Ü Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, İzmir, Türkiye **Tel./Phone:** +9 0232 411 60 00 **E-posta/E-mail:** sinanbekmez@gmail.com

### ÖZ

Retinal Arter Tıkanıklığı (RAT), inmenin habercisi olması sebebi ile sistemik değerlendirme gerektiren oftalmolojik bir acildir. Oftalmik görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler retinal arter tıkanıklığı (RAT) tanı ve tedavisi yönetimine ışık tutmaktadır. RAT, ağrısız, ani başlangıçlı, tek taraflı görme veya görme alanı kaybına neden olabilen oküler acil bir durumdur. RAT, erken tanı ve tedavi gerektirir. Tanı ve takipte kullanılabilen fundus floresein anjiyografisi (FFA), yan etkilere sebep olabilen, intravenöz boya uygulamasını gerektiren girişimsel bir yöntemdir. Son yıllarda optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA), çeşitli oftalmolojik hastalıklarda FFA'ya alternatif olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. OKTA, fundus görüntülenmesinde kullanılan yeni bir anjiyografi tipidir. Boya kullanılmadan retina mikro sirkülasyonunun saptanması ve miktarının ölçülmesi için geliştirilmiş, girişimsel olmayan bir yöntemdir. Oftalmoloji kliniklerinde kullanılan diğer pek çok görüntüleme yöntemi de RAT hastalarının tanı-tedavi sürecinde pek çok alanda kullanım imkânı bulmuştur. Bu derleme, RAT gelişen hastalarda farklı görüntüleme tekniklerinin elde ettiği sonuçları konu almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Retinal arter tıkanıklığı, retinal kan akımı, tanısal görüntüleme.

### ABSTRACT

Advances in ophthalmic imaging methods shed light on the diagnosis and treatment of retinal artery occlusion (RAO). RAO is an ocular emergency that can cause painless, sudden onset, unilateral vision loss or loss of visual field. RAO requires early diagnosis and treatment. Fundus fluorescein angiography (FFA), which can be used in diagnosis and follow-up, is an invasive method requiring intravenous dye application which can cause side effects. Recently, optical coherence tomography angiography (OCTA) has been widely used as an alternative to FFA in various ophthalmologic diseases. OCTA is a new type of angiography used for fundus imaging. It is a non-invasive method for measuring and quantifying the retinal micro-circulation without the use of dyes. Many other imaging modalities used in ophthalmology clinics have been used in many areas of diagnosis and treatment of RAO patients. This review deals with the results of different imaging techniques used on patients with RAO.

**Keywords:** Retinal artery occlusion, retinal blood flow, diagnostic imaging.

### GİRİŞ

Retinal arter tıkanıklığı (RAT), retina sirkülasyonundaki arteriyel kan akışının aniden tıkanması ve bunun sonucunda retinada iskemik hasar gelişmesi ile karakterizedir. RAT, hipertansiyon, iskemik kalp hastalığı, atriyal fibrilasyon, diabetes mellitus, kronik böbrek yetmezliği, hiperlipidemi ve diğer koşullar ile anlamlı şekilde ilişkilidir. RAT, santral retinal arter tıkanıklığı (SRAT) ve retinal arter dal tıkanıklığı (RADT) olmak üzere iki forma ayrılır.

İlk olarak 1859'da von Graefes tarafından tarif edilen SRAT, genellikle tek gözde ani görme kaybıyla ortaya çıkan oküler acil bir durumdur.<sup>[1]</sup> SRAT insidansının 100.000'de 1 olduğu tahmin edilmektedir.<sup>[2]</sup>

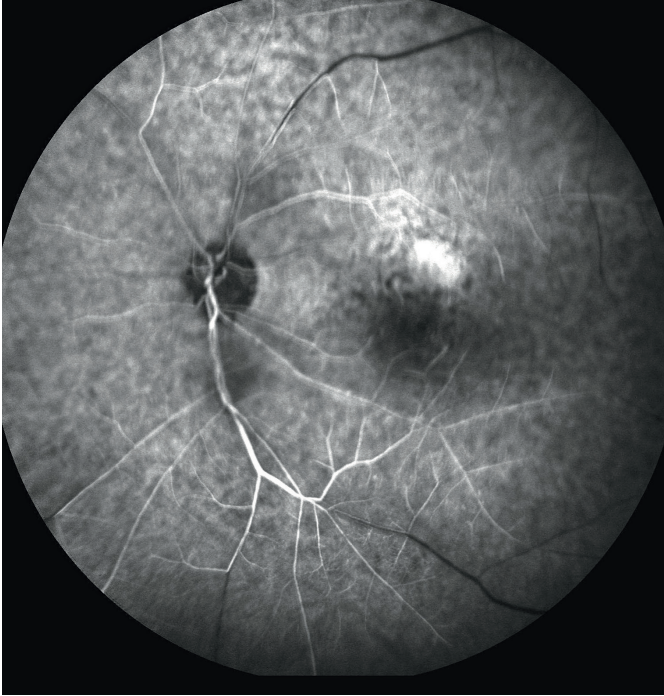
RAT sonucu görülen maküla ortasındaki retina hipoksisi, görme keskinliğinde azalma ile sonuçlanır. Eğer belirgin hipoksi devam ederse makülada geri dönüşümsüz yapısal değişiklikler meydana gelir. RAT'ın doğal seyri, yerleşim yeri ve oklüzyon derecesine ve geniş ölçüde de süreye göre şekillenir.<sup>[3-5]</sup> RAT gelişen olgularda histopatolojik olarak retinanın beslenmesine karşılık gelen iç 2/3 kısımda iskemik, iç retina ödemi ve bu durumun uzun sürmesi durumunda ise atrofi gelişmektedir. Dış 1/3 retinal segmentleri koroidden oksijen difüzyonu ile perfüze olabilmektedir.<sup>[6]</sup>

### Floresein Anjiyografi

Floresein anjiyografi (FA), retinadaki birçok patolojik süreçleri anlamamıza katkıda bulunmuştur ve halen koroid-retina dolaşı-

minı görüntülemek için tercih edilen yöntem olmaya devam etmektedir.

RAT'da FA, retinal arterlerin dolumunda bir gecikme ve etkilenen bölgelerde gecikmiş bir arteriyovenöz geçiş süresi gösterir. Retinal arterlerde kan akışı çok ağırdır. Retina damarlarının tamamen dolmaması ise çok nadir görülen bir durumdur. Gecikmiş koroid dolumu, oftalmik veya karotis arter tıkanmasına işaret edebilir. Zamanla, damarlar yeniden açılır ve akış, retinal damarın daralmasının devam etmesine rağmen normale döner. Retina sirkülasyonu tekrar kurulduğunda, klinik olarak soluk retina ve kiraz kırmızısı lekesine rağmen -özellikle emboli dışındaki durumlarda- FA'da belirgin bulgu olmayabilir (Resim 1).



Resim 1: Floresein anjiyografide sızıntı olmadan retinal arter dolumunda gecikme

SRAT, retinal iskemide derecesine ve oftalmik muayenelerdeki özelliklere göre sınıflandırılabilir. Schmidt ve ark., SRAT'ı tamamlanmamış, subtotal ve total SRAT olarak sınıflandırdılar.<sup>[7]</sup> Tamamlanmamış SRAT, azalmış görme keskinliği (GK), retinada belirsiz kiraz kırmızısı lekeleri olan hafif retina ödemi ve FA'da gecikmiş retinal arter perfüzyonu ile karakterizedir. Subtotal SRAT, GK'da ciddi azalma, kiraz kırmızısı lekelerle belirgin retina ödemi ve ciddi oranda gecikmiş retinal arter perfüzyonu olarak tanımlanmıştır. Total SRAT, ciddi retina iskemisi ile karakterizedir; maküla masif retina ödemi, sıklıkla koroid perfüzyon gecikmesi görülür ve hastada ışık algısı yoktur.<sup>[7]</sup>

Silioretinal arter korunarak gelişen SRAT'da çekilen FA ile patent silioretinal arter tarafından sağlanan bölge belirlenebilir ve bu durum görsel sonucu belirlemek için önemlidir.

FA, arteritik SRAT ve dev hücreli arterit tanısında önemli bir rol oynar. Arteritik SRAT'da anahtar tanı özelliği posterior siliyer arter tıkanıklığının varlığıdır. Arteritik SRAT tanısı ve sonuçta dev hücreli arterit tanısının gecikmesi ile her iki gözde de ciddi görsel kayıplar gelişebilir.<sup>[8,9]</sup>

SRAT'ın akut fazında, retinada iskemik beyazımsı opaklık ve retinal ödemin esasen maküla bölgesinde -perifoveolar bölgede maksimum- olduğu deneysel ve klinik SRAT çalışmalarında gösterilmiştir.<sup>[9]</sup>

Retinal arter yolundaki sektör beyazlığı, RADT için patognomoniktir. Retinal arterlerin perfüzyonu, damar lümenindeki plak-

lar, boyanın yavaş ilerleyen ön kısmı, dolumda gecikme ve retinal iskemide FA kullanılarak gösterilebilir.

### İndosiyanin Yeşili Anjiyografi

Özellikle koroid dolaşımının görüntülenmesinde kullanılan ve diğer retinal görüntüleme yöntemlerine tamamlayıcı olabilecek bir tekniktir. Literatürde SRAT'da indosiyanin yeşili anjiyografi (İSYA) kullanımına ait çalışmalar yer almaktadır.<sup>[10,11]</sup> Bunlar genellikle büyük retrospektif serilerden ziyade vaka raporlarıyla sınırlıdır. Yılmaz ve ark., silioretinal arter korunmuş SRAT'ı olan tek bir hastanın İSYA görüntüsünü incelemişlerdir.<sup>[10]</sup> Periferik retinada azalmış koroid İSYA floresansı ve iyi perfüze olan silioretinal arter bölgesi altında normal koroid floresan zamanlaması kaydedilmiştir. Çalışmalarında azalmış periferik koroid floresansının, perfüze olmayan periferik retinadaki iç retinal ödem ve ak-soplazmik staz nedeniyle sinyalin bloke olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bir çalışmada İSYA'nın Dev hücreli arteritteki koroid hipoperfüzyonu gösterebileceği gibi, vaskülitik etiyojili vakalarını tanımlamak için faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.<sup>[12]</sup> Benzer bir çalışmada Dev hücreli arterit ile ilişkili SRAT vakalarında gecikmiş koroid perfüzyonunun belirlenmesinde ultra geniş alanlı İSYA'nın FA'ya karşı üstünlüğü vurgulanmıştır.<sup>[11]</sup>

### Fundus Otofloresans

Retina iskemisinde etkilenen retinal doku, normal otofloresan sinyal alanlarına kıyasla, zayıflamış bir sinyal ve daha koyu alanlar olarak ortaya çıkar. Yapılan bir çalışmada hipoperfüzyonlu hastalarda fundus otofloresans (FAF) ile arka kutupta normal ve azalmış FAF sinyalleri ile benekli bölgeler gösterilmiştir.<sup>[13]</sup> İntraretinal kanama varlığında, FAF arka kutupta koyu benekli otofloresan sinyal blokajı gösterebilir.

### Optik Koherens Tomografi

Optik koherens tomografi (OKT), retina mikro yapılarının in vivo kesitsel görüntülerini sağlayabilen invaziv olmayan bir görüntüleme tekniğidir. Son yıllarda birçok çalışma ile RAT tanısı alan hastalar OKT ile incelenmiştir.<sup>[14-18]</sup>

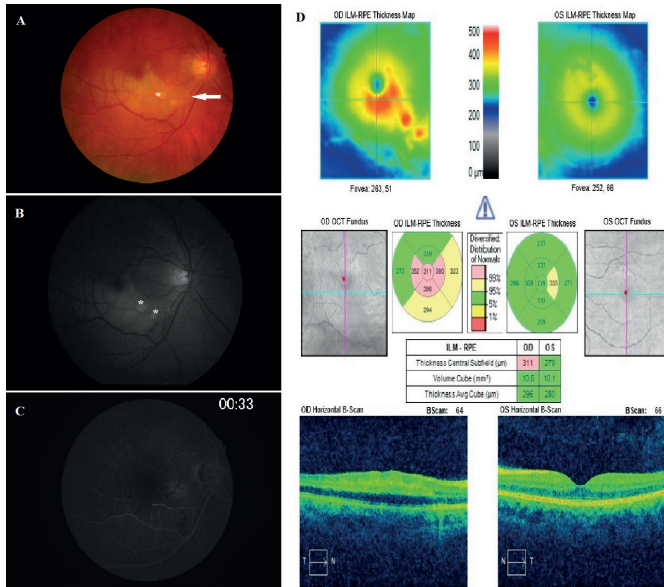
Spektral alan optik koherens tomografi (SA-OKT), retina kalınlığı ve yapısındaki değişiklikleri ölçmek ve görselleştirmek için kullanılmıştır. RADT'da özellikle iç retina tabakalarının tıkanıklık alanında fokal retina kalınlığında artış görülür.<sup>[19,20]</sup> Literatürde nörosensöriyel doku atrofisine karşılık gelen retina tabakalarının sektörel incilmesi, uzun süreli retinal arter tıkanıklıkları için tanımlanmıştır.<sup>[21,22]</sup> Bu değişiklikler aynı zamanda akut fazda OKT incelemesinde intraretinal hiperreflektif değişiklikler, ardından azalmış bir retina kalınlığı ve atrofik iç retina katmanları olarak gözlemlenebilir (Resim 2-3).

13 hasta ile yapılan bir çalışmada, akut retinal iskemide konvansiyonel OKT ile hiperreflektivite ve kalınlaşma tanımlanmış ve bu durum retinal hiperreflektif bant olarak gözlenmiştir.<sup>[13]</sup>

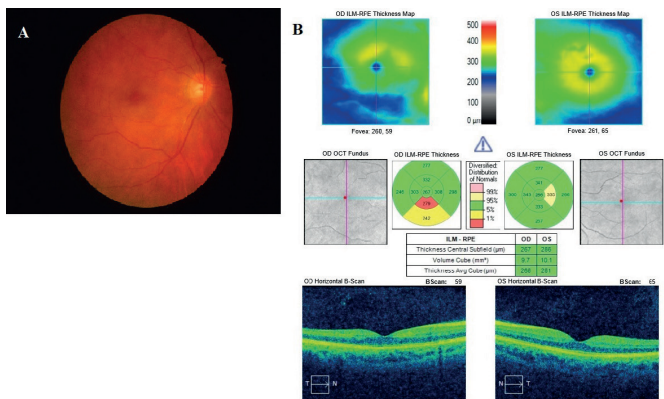
Ahn ve ark., retina ve koroidin yapısal değişikliklerinin ağırlıklı olarak SRAT'ın evresine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.<sup>[14]</sup> OKT'nin, SRAT'ın tanı, evreleme ve prognozu için yararlı bir biyobelirteç olabileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada akut SRAT'lı hastalarda hem maküler hem de RNFL kalınlığında artış olduğu gösterilmiştir. RNFL kalınlığı, RNFL atrofisinin ilerlemesi ile zaman içerisinde azalmıştır. Akut SRAT'da maküla kalınlığının değerlendirilmesi ile (etkilenen göz-diğer göz) görsel iyileşme şansı tahmin edilebilir yorumu yapılmıştır.<sup>[23]</sup>

SA-OKT, retinal iskemi ile ilişkili retina ödemi ve atrofisini tanımlamakta ve bu iskemik değişiklikleri komşu, etkilenmemiş retina dokusuyla karşılaştırmakta yararlı olabilir.<sup>[24]</sup> Akut fazda, RADT'da etkilenen bölgeden yapılan taramada, artmış iç retina yansıtıcılığı ve geç fazda ise iç retinada incelmeye görülmüştür.



Resim 2: (A) Renkli fundus fotoğrafında sağ gözde maküla alt arkuat arter bifurkasyonunda kalsifiye plak (A, beyaz ok) ve bu arterin trasesine uyan retinal alanlarda solukluk (A, beyaz yıldız) izleniyor. (B) Fundus otofloresans görüntülemesinde retinal ödem bölgesinde azalmış sinyal yoğunluğu ile iskemik alanlarda benekli bölgeler (B, beyaz yıldızlar) görülmekte. (C) Floresin anjiyografide alt temporal bölgede sızıntı olmadan hipofloresan alan (kapiller non-perfüze alan) mevcut. (D) Optik koherens tomografide sağ gözde maküla kalınlığında belirgin artış var.



Resim 3: (A) Birinci aydaki fundus fotoğrafı görüntüsünde perfüzyonun yeniden sağlanması ile retinadaki solukluğun azalması. (B) Birinci aydaki Optik koherens tomografide maküla kalınlığı normale dönmüş.

## Optik Koherens Tomografi Anjiyografi

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) belli bir retina alanının ardışık OKT taramaları ile damar içindeki eritrositlerin hareket kontrastını elde ederek ve bunları işleyerek retinal damar ağının detaylı görüntülenmesini sağlayan yeni bir görüntüleme yöntemidir. Bu anjiyografi yönteminde FA'dan farklı olarak herhangi bir intravenöz kontrast madde kullanılmamaktadır ve bu nedenle işlem invaziv değildir.<sup>[25-29]</sup>

OKTA merkezi makülayı etkileyen yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, polipoidal koroidal vaskülopati, diyabetik makülopati, retinal damar tıkanıklıkları, maküler telenjiyektazi gibi hastalıklar dışında optik siniri etkileyen glokom ve iskemik optik nöropati gibi hastalıklarda retinal ve koroidal damarları görüntülemeye ümit vadeden bir anjiyografi tipidir.<sup>[29,30]</sup>

OKTA retinanın çeşitli tabakalarında kan akımını yüksek çözünürlükte ve hızlı olarak görüntüleyebilmekte ve bu vasküler tabakalara ait üç boyutlu görüntü sağlayabilmektedir. Bu özellik neovasküler oluşum alanlarının ve bu damarlardaki kan akımının kantitatif ölçümünü de mümkün kılmaktadır. OKTA'da herhangi bir intravenöz kontrast madde uygulanmadığından maddeye ait advers reaksiyonlar izlenmemektedir. OKTA'nın bir diğer avantajı gün içinde defalarca tekrarlanabilmesidir. Görüntü alınması veya çekim için FA'da olduğu gibi kontrast uygulamasından sonraki ilk 5-10 dk gibi bir zaman kısıtlaması yoktur. FA ile görüntüleme sadece retinanın yüzeyel kapiller plexusu (YKP) ile sınırlı olduğu için OKTA'nın FA'ya bir diğer üstünlüğü derin kapiller plexusu (DKP) etkileyebilecek hastalıkların tanısında kullanılabilmesidir. Önceki çalışmalar retinal hastalıklarda en önemli vasküler değişikliklerin DKP'de olduğunu ve DKP'deki azalmış perfüzyonun, iskeminin ve neovaskülarizasyonların görsel prognozda önemli rol oynadığını gösterdiğinden, bu durum OKTA'yı son derece önemli kılmaktadır.<sup>[29,31,32]</sup>

Ancak OKTA, kan-retina bariyerindeki kırılmayı, damar geçirgenliğindeki artışı ve tüm mikroanevrizmaları gösterememe gibi eksikliklere sahiptir. Ayrıca her ne kadar cihazda bulunan yazılım sayesinde bu durum azaltılmış olsa da göz kırpması/göz hareketine bağlı ve damar gölgelenmesi sonucu ortaya çıkan artefaktlar ile yoğun optik materyal veya kalınlaşmış retina pigment epiteli (RPE) ve sert eksudalar nedeniyle sinyal azalması sonucu damarsal kan akımının yanlış değerlendirilmesi gibi dezavantajlara sahiptir.<sup>[25,32]</sup>

OKTA görüntülerinin elde edilmesi için, piyasada bulunan cihazlar göz önüne alınırsa ortalama saniyelik 68.000-70.000 A mod tarama ve 3-4 saniyelik tarama süresi gerekmektedir. OKTA'da eritrositlerin hareketi saptanarak önce retinada aynı pozisyonunda ardışık çok sayıda B tarama elde edilip sonra bu taramalardan kümeler oluşturulur; her tarama kümesinden bir kan akımı taraması elde edilir; sonuçta retina ve koroid içinde kanla dolmuş damarlar kullanılarak yeniden damarlanma haritası oluşturulur.<sup>[31-33]</sup>

OKTA en face görüntüleme sayesinde retina ve koroidde damarlanma ağını tabaka tabaka ve üç boyutlu olarak görüntüleyebilmektedir.<sup>[28,34,35]</sup>

Acil bir retinal vasküler bozukluk olan RAT derin görme kaybına neden olabilir. OKTA görüntüleme teknolojisi ile optik sinir başındaki ve maküladaki mikro sirkülasyon çabucak elde edilebilir. Ayrıca retinal ve koroid damar sisteminin ayrı ayrı plexuslarını 3 boyutlu olarak değerlendirilebilir. OKTA, kan akışından kaynaklanan tutarlı ve içsel kontrast nedeniyle FA'dan daha niceldir.<sup>[17,36,37]</sup>

RAT zamanla ilerleyebilen retina atrofisine neden olur ve yapısal değişiklikler ortalama 5 ay sonra stabilize olur.<sup>[38]</sup> Bir çalışmada retina atrofisi, -9 aylık takipte- iskemik alanda belirgin azalmış retinal kalınlık ile uyumlu bulunmuştur.<sup>[38]</sup> Bir başka çalışmada, RAT vakalarında retina atrofisi ve zayıflamış retina mikro sirkülasyonu ile sonuçlanan iç retina hasarı kalıcı bulunmuştur.<sup>[39]</sup>

OKTA, RAT tedavisinin takibi için kantitatif ve kullanışlı maküler perfüzyon bilgisi sağlar. Nonarteritik SRAT ve RADT olgularında OKTA'da FA'daki gecikmiş boya perfüzyonu alanlarıyla uyumlu şekilde YKP ve DKP arasında azalmış vasküler perfüzyon alanlarının dağılımında belirgin farklılıklar izlenmiştir.<sup>[39,40]</sup>

Maküler iskemi ve diğer vasküler akım değişikliklerini izlemeye OKTA'nın duyarlı olduğundan bahsedilmiştir.<sup>[41]</sup> Bauman CR'nin yaptığı çalışmada RAT'daki OKTA görüntüleri, hem yüzeysel hem de derin retinal kapiller plexuslarda, hem FA'da gecikmeli perfüzyon alanlarına hem de OCT B-taramasında iç retinal değişikliklere karşılık gelen değişken miktarlarda azalmış vasküler perfüzyon göstermiştir.<sup>[39]</sup>

RAT'da görülen ödem, rekanalizasyon ve reperfüzyon nedeniyle haftalar içerisinde düzelir; ancak iç retinal tabakaların vasküler değişiklikleri ve atrofi devam eder.<sup>[42]</sup> Bu nedenle, FA'nın kontrendike olduğu durumlarda OKTA kullanılarak, yüzeysel ve derin kapiller pleksusun retina morfolojisi ve iç retina katmanları çok katmanlı analizler sayesinde görüntülenebilir. İskemik alan, en face OKTA görüntülemesinde hiporeflektif olarak görünür.

Çelik ve arkadaşlarının çalışmasında bir RADT hastasının OKTA analizlerinde belirgin iskemik alanlar ve derin kapiller pleksusta azalmış kapiller perfüzyon saptamış; iskemik bölgelerde telanjiektatik damarların gelişimi de gözlenmiştir.<sup>[43]</sup> Tam-kat analizlerinde ise radyal peripapiller kapiller damarlar saptanmamıştır. OKTA görüntüleri, 3x3 mm, 6x6 mm veya 8x8 mm boyutlarında elde edilebilir; bu nedenle, periferik vasküler lezyonlar OKTA'da her zaman saptanamayabilir yorumunu yapmışlardır.<sup>[43]</sup>

OKTA, hem klinik pratikte hem de araştırmalarda kullanılması açısından geniş çapta kabul görmüştür. Retinal vasküler hastalıkların değerlendirilmesinde faydalı olduğu gösterilmiştir.

## Görme Alanı

SRAT'ın bir sonucu olarak ortaya çıkan görme alanı defektleri (GAD), görme keskinliğine kıyasla nispeten daha az çalışılmıştır. Hayreh ve Zimmerman, 145 gözdeki (SRAT tanılı hastalar) merkezi ve çevresel görsel alanlarını sınıflandırmışlardır.<sup>[44]</sup> Çalışmada saptanan belirgin GAD tipleri "periferik defekt ya da konstriksiyon defektleri yok", "santral skotom" ve "temporal ada" idi. Santral ve periferik görme alanları, arteritik olmayan SRAT'lı hastaların bir bölümünde iyileşme göstermiştir. Bununla birlikte, görme alanı ile SRAT'ın diğer klinik faktörleri arasındaki ilişki henüz araştırılmamıştır. Ek olarak, EAGLE çalışmasında intra-arteriyel fibrinolitik ile belirgin bir görsel iyileşme bildirmemiş olmasına rağmen, retinal arter perfüzyonunun erken restorasyonunun periferik görme alanına faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.<sup>[45]</sup>

119 SRAT hastası ile yapılan bir çalışmada, SRAT evreleri ile ilişkili beş karakteristik GAD türü gözlemlenmiştir. Bunlar: periferik daralma (%8), parasantral skotom (%3), santral ve santroçekal skotom (%19), temporal ada (%59) ve görme alanı yok (%10) olarak belirtilmiştir.<sup>[46]</sup> Aynı çalışmada SRAT'lı 72 hastanın 28'inde (%39) görme alanında iyileşme gözlemlenmiştir. Görme alanı iyileşme insidansı, SRAT aşamaları ile anlamlı bir ilişki içerdedir ve SRAT aşaması ne kadar şiddetli olursa, görme alanında iyileşme şansı o kadar düşüktür.

Hipoksik retinal hasarın mekanizması SRAT'da GAD'lara neden olur.<sup>[47,48]</sup> Retina, metabolik olarak aktif bir dokudur ve arterlerin tıkanması ile oluşan akut hipoksi ile retina sinir lifi ve ganglion hücre tabakasının opaklaşması ve ödemi neticesinde ortaya çıkan retina iskemisine neden olur. Ayrıca, ciddi retinal iskemi dış retinal inceltme ve makülada fotoreseptör defektlerine neden olabilir.<sup>[44]</sup> Bu nedenle, bozulmuş arter perfüzyonundan oluşan retina iskemik hasarı sonucu görsel kayıplar ve GAD'lar gelişebilir.

Retinal hipoperfüzyon ve iskemi derecesi retinadaki optik sinir başı ve santral maküla arasındaki mesafeye bağlı olarak değişebilir. McLeod, retinal hipoperfüzyon alanını oksijenasyona dayalı 3 doku kompartmanı olarak göstermiştir: anoksik arka kutup (enfarkt alanı), "iskemik penumbra" olarak adlandırılan hipoksik orta çevre ve normooksik periferik retina dokusu.<sup>[48]</sup> Hayreh, santral skotom mekanizmasının, merkezi maküler bölgede iskemik hasar sonucu olduğunu, periferik lezyonların ise koroid vasküler beslenmesinden dolayı göreceli olarak korunduğunu belirtmiştir.<sup>[49,50]</sup> Fotoreseptörlerin yoğunluğu santral makülada en yüksek olduğu için, santral maküler alandaki retina hücrelerinin oksijene gereksiniminin en fazla olduğunu varsayabiliriz. Bununla birlikte, siloretinal arter korunursa, santral maküler alan kurtarılabilir.

Siliyer arter perfüzyonunun sıklıkla azaldığı total veya ciddi SRAT'lı gözlerde ışık algısı beklenmez.<sup>[46]</sup>

## Doppler USG

Renkli Doppler görüntüleme (RDG), orbital damarlardaki hemodinamik değişiklikleri tespit etmek için kullanılan en önemli tanı yöntemlerinden biridir.<sup>[51,52]</sup> RDG, sağlıklı gözlerde retrobulber damar hemodinamiğinin gösterilmesinde ve retina hastalıkları/tümörleri gibi durumlarda orbital ve oküler damarlarda hemodinamik değişikliklerin saptanmasında başarılı değerlendirmelerde bulunmaktadır.<sup>[53-55]</sup> Prosedür ucuzdur, uygulanabilir ve RAT teşhisi için invaziv olmayan bir muayene yöntemidir.

FA'nın önerilmediği durumlarda, oklüzyon yerini saptamak için uygun bir yöntemdir.

## Elektroretinografi

RAT'da elektroretinografi (ERG), b dalgasının karakteristik bir azalmasını gösterir. Bu durum iç retina iskemisine bağlıdır. ERG, bazı durumlarda kan akışının yeniden normalleşmesi durumunda (zayıf görme keskinliğine rağmen) normal saptanabilir.

## Sonuç

RAT tanısı için klinik bulgular yeterli olsa da ayırıcı tanıda FA gibi görüntüleme teknikleri yararlıdır. FA veya diğer invaziv teknikler için kontrendikasyonu olan durumlarda, OKTA, RDG gibi görüntüleme yöntemleri tanı ve takipte etkili ve güvenli bir alternatif olacaktır. Ayrıca spesifik GAD ile iskemik retinal bölgelerin takibi de mümkün olabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Sharma S, Brown GC. Retinal artery obstruction. In: Ryan SJ, editor. Retina. St. Louis: Mosby; 2001;1350-1367.
- Leavitt JA, Larson TA, Hodge DO, Gullerud RE. The incidence of central retinal artery occlusion in Olmsted County, Minnesota. Am J Ophthalmol. 2011;152:820-823.
- Rehak J, Rehak M. Branch retinal vein occlusion: pathogenesis, visual prognosis, and treatment modalities. Curr Eye Res. 2008;33(2):111-131.
- Hayreh SS, Zimmerman MB. Fundus changes in branch retinal arteriolar occlusion. Retina. 2015;35(10):2060-2066.
- Pula JH, Kwan K, Yuen CA, Kattah JC. Update on the evaluation of transient vision loss. Clin Ophthalmol. 2016;10:297-303.
- Goldenberg-Cohen N, Dadon S, Avraham BC, Kramer M, Hasanreisoglu M, Eldar I, et al. Molecular and histological changes following central retinal artery occlusion in a mouse model. Exp Eye Res. 2008;87(4):327-333.
- Schmidt DP, Schulte-Monting J, Schumacher M. Prognosis of central retinal artery occlusion: local intraarterial fibrinolysis versus conservative treatment. AJNR Am J Neuroradiol. 2002; 23(8):1301-1307.
- Hayreh SS. Anterior ischaemic optic neuropathy. II. Fundus on ophthalmoscopy and fluorescein angiography. Br J Ophthalmol. 1974;58:964-980.
- Hayreh SS. Central retinal artery occlusion. Indian J Ophthalmol. 2018;66(12):1684-1694.
- Yilmaz G, Dursun D, Aydın P. Indocyanine green angiographic imaging of central retinal artery occlusion with cilioretinal sparing. Eye (Lond). 1999;13(5):695-697.
- Tang PH, Lee MS, van Kuijk FJ. Ultra Wide-Field Indocyanine Green Angiogram Highlights Choroidal Perfusion Delay Secondary to Giant Cell Arteritis. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina. 2016;47(5):471-473.
- Andersen MV, Dahl H, Fledelius H, Nielsen NV. Central retinal artery occlusion in a patient with Fabry's disease documented by scanning laser ophthalmoscopy. Acta Ophthalmol (Copenh). 1994;72(5):635-638.
- Feucht N, Zapp D, Reznicek L, Lohmann CP, Maier M, Mayer CS. Multimodal imaging in acute retinal ischemia: spectral domain OCT, OCT-angiography and fundus autofluorescence. Int J Ophthalmol. 2018;11(9):1521-1527.
- Ahn SJ, Woo SJ, Park KH, Jung C, Hong JH, Han MK. Retinal and choroidal changes and visual outcome in central retinal artery occlusion: an optical coherence tomography study. Am J Ophthalmol. 2015;159:667-676.
- Chen H, Xia H, Qiu Z, Chen W, Chen X. Correlation of optical intensity on optical coherence tomography and visual outcome in central retinal

- artery occlusion. *Retina*. 2016;36:1964-1970.
16. Chen SN, Hwang JF, Chen YT. Macular thickness measurements in central retinal artery occlusion by optical coherence tomography. *Retina*. 2011;31:730-737.
  17. Yu S, Pang CE, Gong Y, Freund KB, Yannuzzi LA, Rahimy E, et al. The spectrum of superficial and deep capillary ischemia in retinal artery occlusion. *Am J Ophthalmol*. 2015;159:53-63.
  18. Shinoda K, Yamada K, Matsumoto CS, Kimoto K, Nakatsuka K. Changes in retinal thickness are correlated with alterations of electroretinogram in eyes with central retinal artery occlusion. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008;246:949-954.
  19. Murthy RK, Grover S, Chalam KV. Sequential spectral domain OCT documentation of retinal changes after branch retinal artery occlusion. *Clin Ophthalmol*. 2010;4:327-329.
  20. Feucht N, Heine F, Lohmann CP, Mayer C, Maier MM. Morphological characteristics in sd-oct and fundus autofluorescence in different ischemic retinopathies - characterisation of a new, temporary hyperreflective band. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2015;232(9):1054-1060.
  21. Falkenberry SM, Ip MS, Blodi BA, Gunther JB. Optical coherence tomography findings in central retinal artery occlusion. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2006;37(6):502-505.
  22. Ghazi NG, Tilton EP, Patel B, Knape RM, Newman SA. Comparison of macular optical coherence tomography findings between postacute retinal artery occlusion and nonacute optic neuropathy. *Retina*. 2010;30(4):578-585.
  23. Kim H, Kim HK, Yang JY, Kim SS. Optical Coherence Tomography Measurement and Visual Outcome in Acute Central Retinal Artery Occlusion. *Korean J Ophthalmol*. 2018;32(4):303-311.
  24. Coady JA, Cunningham ET, Jr., Vora RA, McDonald HR4, Johnson RN4, Jumper PM, et al. Spectral domain optical coherence tomography findings in eyes with acute ischaemic retinal whitening. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(5):586-592.
  25. Kim DY, Fingler J, Zawadzki RJ, Park SS, Morse LS, Schwartz DM, et al. Optical imaging of the chorioretinal vasculature in the living human eye. *Proc Natl Acad Sci*. 2013;110(35):14354-14359.
  26. Coscas G, Lupidi M, Coscas F. Heidelberg Spectralis Optical Coherence Tomography Angiography: Technical Aspects. *Dev Ophthalmol*. 2016;56:1-5.
  27. Jia Y, Bailey ST, Hwang TS, McClintic SM, Gao SS, Pennesi ME, et al. Quantitative optical coherence tomography angiography of vascular abnormalities in the living human eye. *Proc Natl Acad Sci*. 2015;112(18):2395-2402.
  28. Spaide RF, Klancnik JM, Cooney MJ. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(1):45-50.
  29. de Carlo TE, Romano A, Waheed NK, Duker J. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). *Int J Retina Vitreous*. 2015;1:5.
  30. Wylęgała A, Teper S, Dobrowolski D, Wylęgała E. Optical coherence angiography: A review. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:41.
  31. Novais EA, Roisman L, de Oliveira PR, Louzada RN, Cole ED, Lane M, et al. Optical Coherence Tomography Angiography of Chorioretinal Diseases. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2016;47(9):848-861.
  32. Turgut B. Optical coherence tomography angiography-A general view. *European Ophthalmic Review*. 2016;10(1):39-42.
  33. de Carlo ET, Bauman CR. Advances in optical coherence tomography angiography. *US Ophthalmic Review*. 2016;9(1):37-40.
  34. Zhang Q, Lee CS, Chao J, Chen CL, Zhang T, Sharma U, et al. Wide-field optical coherence tomography based microangiography for retinal imaging. *Sci Rep*. 2016;6:22017.
  35. Fang PP, Lindner M, Steinberg JS, Müller PL, Gliem M, Charbel Issa P, et al. [Clinical applications of OCT angiography]. *Ophthalmologie*. 2016;113(1):14-22.
  36. Coscas F, Glacet-Bernard A, Miere A, Caillaux V, Uzzan J, Lupidi M, et al. Optical coherence tomography angiography in retinal vein occlusion: evaluation of superficial and deep capillary plexa. *Am J Ophthalmol*. 2016;161:160-171.
  37. Jia Y, Wei E, Wang X, Zhang X, Morrison JC, Parikh M, et al. Optical coherence tomography angiography of optic disc perfusion in glaucoma. *Ophthalmology*. 2014;121:1322-1332.
  38. Lee AY, Zhang Q, Baughman DM, Mudumbai R, Wang RK, Lee CS. Evaluation of bilateral central retinal artery occlusions with optical coherence tomography-based microangiography: a case report. *J Med Case Rep*. 2016;10(1):307.
  39. Bauman CR. Optical coherence tomography angiography of retinal artery occlusion. *Dev Ophthalmol*. 2016;56:122-131.
  40. de Castro-Abeger A, de Carlo T, Duker J, Bauman C. Optical Coherence Tomography Angiography Compared to Fluorescein Angiography in Branch Retinal Artery Occlusion. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2015;46(10):1052-1054.
  41. Bonini Filho MA, Adhi M, de Carlo TE, Ferrara D, Bauman CR, Witkin AJ, et al. Optical coherence tomography angiography in retinal artery occlusion. *Retina*. 2015;35(11):2339-2346.
  42. Mendis KR, Balaratnasingam C, Yu P, Barry CJ, McAllister IL, Cringle SJ, et al. Correlation of histologic and clinical images to determine the diagnostic value of fluorescein angiography for studying retinal capillary detail. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015;51:5864-5869.
  43. Çelik T, Bilen F, Yalçındağ FN, Atilla H. Optical Coherence Tomography Angiography in Branch Retinal Artery Occlusion. *Türk J Ophthalmol*. 2018;48(3):150-154.
  44. Hayreh SS, Zimmerman MB. Central retinal artery occlusion: visual outcome. *Am J Ophthalmol*. 2005;140(3):376-391.
  45. Schumacher M, Schmidt D, Jurkies B, Gall C, Wanke I, Schmoor C, et al. Central retinal artery occlusion: local intra-arterial fibrinolysis versus conservative treatment, a multicenter randomized trial. *Ophthalmology*. 2010;117(7):1367-1375.
  46. Kim HM, Park YJ, Park KH, Woo SJ. Visual field defects and changes in central retinal artery occlusion. *PLoS One*. 2019;14(1).
  47. Luty GA, McLeod DS, Merges C, Diggs A, Plouet J. Localization of vascular endothelial growth factor in human retina and choroid. *Arch Ophthalmol*. 1996;114(8):971-977.
  48. McLeod D, Beatty S. Evidence for an enduring ischaemic penumbra following central retinal artery occlusion, with implications for fibrinolytic therapy. *Prog Retin Eye Res*. 2015;49:82-119.
  49. Hayreh SS, Weingeist TA. Experimental occlusion of the central artery of the retina. I. Ophthalmoscopic and fluorescein fundus angiographic studies. *Br J Ophthalmol*. 1980;64(12):896-912.
  50. Hayreh SS, Zimmerman MB. Fundus changes in central retinal artery occlusion. *Retina*. 2007;27(3):276-289.
  51. Lieb WE, Cohen SM, Merton DA, Shields JA, Mitchell DG, Goldberg BB. Color Doppler imaging of the eye and orbit. Technique and normal vascular anatomy. *Arch Ophthalmol*. 1991;109:527-531.
  52. Lieb WE, Shields JA, Cohen SM, Merton DA, Mitchell DG, Shields CL, et al. Color Doppler imaging in the management of intraocular tumors. *Ophthalmology*. 1990;97:1660-1664.
  53. Guven D, Ozdemir H, Hasanreisoglu B. Hemodynamic alterations in diabetic retinopathy. *Ophthalmology*. 1996;103:1245-1249.
  54. Hosseini H, Lotfi M, Esfahani MH, Nassiri N, Khalili MR, Razeghinejad MR, et al. Effect of intravitreal bevacizumab on retrobulbar blood flow in injected and uninjected fellow eyes of patients with neovascular age-related macular degeneration. *Retina*. 2012;32:967-971.
  55. Xue K, Liu A, Hui R, Zhang J, Qian J. Retrobulbar ocular blood flow changes measured by colour Doppler imaging after intra-arterial chemotherapy in retinoblastoma. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:1419-1422.



### Uzm. Dr. Sinan BEKMEZ

2010 yılında Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tıp eğitimimi tamamladım. 2011-2016 yılları arasında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimimi tamamladım. 2016 yılında S.B.Ü. Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Göz Hastalıkları Uzmanı olarak çalışmaya başladım. Aralık 2016-Mart 2017 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda 3 ay süreyle Prematüre Retinopatisi (ROP) ve Laser tedavisi eğitimi aldım. Halen S.B.Ü. Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Göz Hastalıkları Uzmanı olarak, özellikle ROP Tanı ve Tedavisi, Şaşılık Cerrahisi, Pediatrik Oftalmoloji üzerine çalışmaktayım.