

DERLEME REVIEW

Vitreoretinal Arayüzey Hastalıklarında Optik Koherens Tomografi

Optical Coherence Tomography in Vitreoretinal Interface Disorders

İbrahim Arif KOYTAK *

* Doçent Doktor, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 29.10.2017 Kabul Tarihi/Accepted: 20.11.2017

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: İbrahim Arif KOYTAK / Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Adnan Menderes Bulvarı Vatan Caddesi 34093 Fatih / İstanbul Tel./Phone: +90 505 482 80 65 E-posta/E-mail: akoytak@yahoo.com

ORCID No: 0000-0002-5911-7065

ÖZ

Optik koherens tomografi (OCT) vitreoretinal arayüzeyin değerlendirilmesini, ilgili patolojik süreçlerin anlaşılmasını ve daha uygun tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesini kolaylaştıran bir gelişme olarak yaklaşık 20 yıl önce kullanıma girmiştir. Sırasıyla time-domain, spectral-domain ve swept-source OCT teknolojileri sayesinde vitreoretinal arayüzeyi ilgilendiren pek çok bozukluk ve tedavi yöntemi yeniden tanımlanmıştır.

Bu yazıda vitreus jeli ve vitreoretinal arayüzeyde yaşlanmayla birlikte yaşanan normal değişimlerle birlikte anormal arka vitreus dekolmanı, vitreomaküler yapışıklık, vitreomaküler traksiyon, epiretinal membran, tam kat maküla deliği, lameller maküla deliği, yalancı maküla deliği ve ilişkili patolojilerin OCT'ye yansıyan özellikleri özetlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vitreoretinal arayüzey, optik koherens tomografi, epiretinal membran, maküla deliği.

ABSTRACT

Optical coherence tomography (OCT), which is in use for about 20 years, facilitated the evaluation of vitreoretinal interface, improved our understanding of its pathologic processes and paved the way to new treatment approaches. By order of appearance, time-domain, spectral-domain and swept-source OCT technologies redefined vitreoretinal interface disorders and their treatment modalities.

This article reviews normal age-related changes in vitreous and vitreoretinal interface, as well as processes such as abnormal posterior vitreous detachment, vitreomacular adhesion, vitreomacular traction, epiretinal membrane, full-thickness macular hole, lamellar macular hole, macular pseudohole and associated disorders as imaged by OCT.

Keywords: Vitreoretinal interface, optical coherence tomography, epiretinal membrane, macular hole.

GİRİŞ

Optik koherens tomografi (OCT) vitreoretinal arayüzeyin değerlendirilmesini, ilgili patolojik süreçlerin anlaşılmasını ve daha uygun tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesini kolaylaştırmıştır. Daha önceleri ancak biyomikroskopik muayenenin el-verdiği ölçüde anlaşılan, benzer patolojilerle karıştırılan ve hat-ta pek çok kez fark edilmeyen klinik tablolar saydam yapıdaki vitreus ile retina dokusu arasındaki optik yansıma farklılıkları sayesinde OCT ile açıkça tanımlanabilmektedir.^[1]

Optik koherens tomografi maküla hastalıklarının in-vivo tanı ve tedavisinde çığır açan bir gelişme olarak yaklaşık 20 yıl önce kullanıma girmiştir.^[2] En başta kullanılan time-domain (TD) OCT'lerin çözünürlüğü ve görüntü yakalama hızı bugüne kıyasla oldukça düşüktü. Buna rağmen TD-OCT sayesinde vitreoretinal arayüzey o güne kadar hiç olmadığı kadar ayrıntılı incelenebilmiştir.

Spectral-domain (SD) OCT'nin geliştirilmesi ile aksiyel

çözünürlük, görüntüleme hızı ve sinyal-gürültü oranındaki belirgin iyileşmeler sayesinde vitreus korteksi, vitreoretinal arayüzey, retina tabakaları ve koroid çok daha iyi görüntülene-bilmiştir. Spektral domain OCT teknolojisini kullanan cihazlar halen vitreoretinal arayüzeyin normal ve patolojik süreçlerinin tanı, takip ve tedavilerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır.^[3]

Son olarak kullanıma giren swept-source (SS) OCT teknolojisine sahip cihazlarla çekim hızı ve görüntü derinliğinde be-lirgin iyileşmeler sağlanmıştır. Bu sayede tek bir çekimle elde edilen tek görüntü farklı pencerelerde değerlendirilerek hem kortikal vitreus, hem de derin koroid yapılarının görüntülene-bilmesi mümkün hale gelmiştir.^[4]

Donanımsal gelişmelerin yanında yazılımsal iyileştirmeler de OCT teknolojisinin her geçen gün daha faydalı ve kullanış-lı hale gelmesini sağlamıştır. Hastanın göz hareketlerini takip ederek her ölçümde aynı noktadan geçen kesitlerin alınmasını ve böylece hastalık seyrinin kesintisiz takibini mümkün kılan OCT yazılımları bunlara örnektir. Yine elde edilen tarama ke-

sitlerinden üç boyutlu görüntüler oluşturan yazılımlar da özellikle vitreus-retina ve epiretinal membran (ERM)-retina ilişkilerini çok daha gerçekçi biçimde değerlendirebilmemize imkan tanımaktadır.

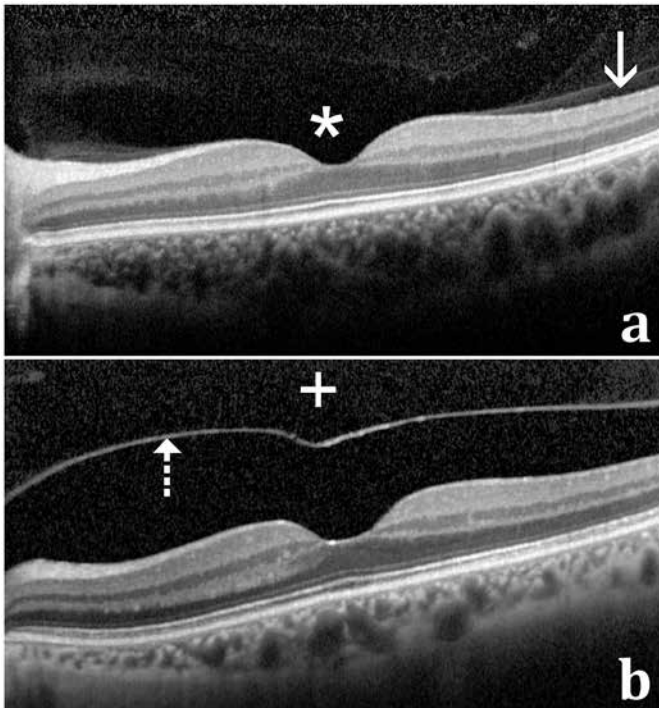
Optik koherens tomografi teknolojisinin göz ameliyat mikroskobuna uyarlanmış hali olan intraoperatif OCT sayesinde her türlü göz ameliyatı esnasında vitreoretinal arayüzey gerçek zamanlı takip edilebilmektedir. Ayrıca özellikle vitreoretinal arayüzey hastalıklarının cerrahi tedavisi esnasında gerçek zamanlı görüntüleme ile çok hassas bir alandaki cerrahi girişimlerin mikron düzeyinde hassasiyetle gerçekleştirilebilmesi mümkün olmaktadır. Henüz çok yaygın kullanıma girmemiş olan intraoperatif OCT sayesinde vitreoretinal arayüzey hastalıklarının cerrahi tedavi sonrası prognozunun daha iyi olması beklenebilir.^[5,6]

Spektral domain ve SS-OCT cihazlarının yaygın ve kolay ulaşılır hale gelmesiyle vitreoretinal arayüzey hakkındaki bilgi ve tecrübelerimiz katlanarak artmış, pek çok hastalığı yeniden tanımlama, pek çok tedavi yaklaşımını gözden geçirme ihtiyacı doğmuştur.

Bu makalenin amacı günlük pratikte sıkça karşılaşılan ve artık pek çoğu zamanında tedavi ile kontrol altına alınabilen vitreoretinal arayüzey bozukluklarının optik koherens tomografik özelliklerine dair birikimlerimizi güncel tıbbi bilgi ışığında derlemektir.

NORMAL VİTREUS JELİ VE YAŞLANMANIN ETKİLERİ

Vitreus lens ve retina arasındaki boşluğu dolduran, büyük oranda sudan oluşan saydam, hidrofilik bir jeldir.^[7] Sağlıklı gözlerde vitreus jelinin özellikle arka kısmındaki yapılar gelişmiş OCT teknolojisi sayesinde artık kolayca görüntülenebilir.



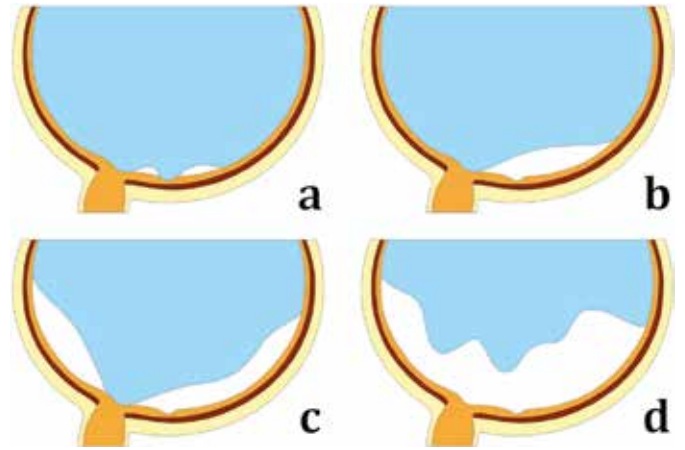
Şekil 1: (a) Arka vitreus dekolmanının henüz gerçekleşmediği sağlıklı bir göze ait OCT kesiti. (b) Arka vitreusun maküladan dekole olduğu sağlıklı bir göze ait OCT kesiti. (yıldız işareti: premaküler bursa, artı işareti: arka kortikal vitreus, beyaz ok: preretinal mesafe, kesik ok: arka hyaloid zar)

mektedir. Premaküler bursa, arka prekortikal vitreus cepleri, Cloquet kanalı (Maregiani boşluğu), arka kortikal vitreus, arka hyaloid ve farklı nedenlere bağlı oluşmuş arka vitreus opasiteleri hem SD-OCT, hem de SS-OCT cihazları ile izlenebilmektedir. (Şekil 1)

Yaşlanmayla birlikte vitreus yapısında ve biyokimyasal içeriğinde belirgin değişikliklerin meydana geldiği bilinmektedir. 40 yaşından sonra hız kazanan değişiklikler neticesinde vitreustaki jel hacmi azalırken, sıvı hacminin arttığı gözlenir. 80-90 yaşlarına gelindiğinde vitreus jelinin yaklaşık yarısı sıvılaşmış olur.^[8]

Bu süreçte öncelikle arka vitreusta sıvılaşmış vitreus içeren cepler oluşur. Böylece gençlikte saydam bir yapı olan vitreus, erişkinlikte sıvı oranının artması (sinkizis) ve kollajen liflerinin üst üste yığılması sonucu fibröz bir yapıya dönüşür. İleri yaşlarda ise vitreus kendi üzerine çöker (sinerezis) ve arka vitreus dekolmanı (AVD) gelişir.^[9] (Şekil 1)

Vitreus jelinin yaşla birlikte geçirdiği değişikliklerin pek çoğu mevcut OCT teknolojileriyle adım adım takip edilebilmektedir. Komplike olmamış arka vitreus dekolmanının evreleri OCT çağından önce ilk olarak Sebag tarafından tarif edilmiştir.^[10] Optik koherens tomografinin klinik kullanıma girmesinden sonra Johnson normal AVD'yi dört evreye ayırmıştır.^[11] (Şekil 2) Gelişmiş OCT cihazları ile en ince detaylarına kadar izleyebildiğimiz bu sınıflandırma halen geçerliliğini korumaktadır.^[12,13]



Şekil 2: Komplike olmayan AVD'nin doğal seyri: (a) Evre 1'de yalnızca fovea etrafındaki (perifoveal) arka vitreus ayrılmıştır. (b) Evre 2 vitreofoveal ayrışma ile karakterizedir. (c) Evre 3'te arka vitreus yalnızca optik diske yapışıktır. (d) Tam arka vitreus dekolmanı Evre 4 olarak adlandırılır.

VİTREORETİNAL PATOLOJİLER

Vitreoretinal ayrışmanın çeşitli bölgelerde başlayıp bir yere kadar ilerlemesi hemen hemen tüm sağlıklı bireylerde kuraldır. Ne var ki, vitreus sıvılaşması ve çökmesi vitreoretinal ayrışma ile eş zamanlı ilerlemediğinde ve/veya vitreus korteksi iç limitan membrana (ILM) kuvvetlice yapışık olduğunda ayrışmanın tamamlanmadığı noktaların konum ve yapışma gücüne bağlı olarak farklı retina bozuklukları ortaya çıkar. Bu dengesiz ayrışma süreci anormal AVD başlığı altında incelenmektedir.^[14,15]

Anormal AVD ve bunun yol açtığı maküla patolojilerinin hemen hepsinin tanı ve takibi için elimizdeki en önemli imkan OCT'dir. Tanı, tedavi ve takipte kullanılacak terminolojiyi stan-

dardize etmek ve prognozu ortaya koyacak çalışmalarda ortak bir dil oluşturmak amacıyla Uluslararası Vitreomaküler Traksiyon Çalışma Grubu (IVTS, The International Vitreomacular Traction Study Group) 2013 yılında yeni bir sınıflandırma sistemi yayınlamıştır. (Tablo 1) Bu çalışmada vitreomaküler arayüzey hastalıklarının anatomik olarak tanımlanabilmesi için OCT ile elde edilen görüntüler temel alınmıştır.^[16]

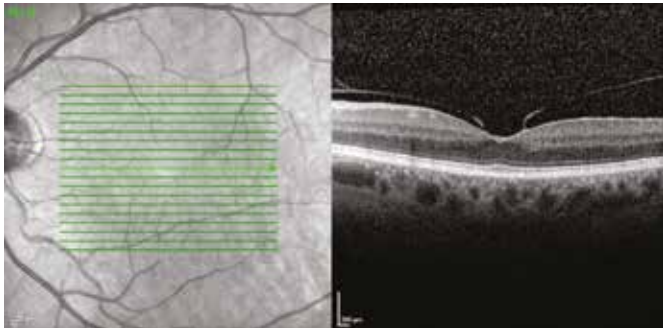
Tablo 1: Uluslararası Vitreomaküler Traksiyon Çalışma Grubu'nun (IVTS) vitreomaküler yapışıklık (VMA), vitreomaküler traksiyon (VMT) ve tam kat maküla deliği için sınıflandırma sistemi

Sınıflandırma	Alt sınıflandırma
Vitreomaküler yapışıklık	Boyut: dar ($\leq 1500 \mu\text{m}$) veya geniş ($> 1500 \mu\text{m}$) İzole veya eşzamanlı
Vitreomaküler traksiyon	Boyut: dar ($\leq 1500 \mu\text{m}$) veya geniş ($> 1500 \mu\text{m}$) İzole veya eşzamanlı
Tam kat maküla deliği	Boyut: küçük ($\leq 250 \mu\text{m}$), orta ($> 250 - \leq 400 \mu\text{m}$), büyük ($> 400 \mu\text{m}$) Vitreusun durumu: VMT var ya da VMT yok Neden: primer ya da sekonder

VİTREOMAKÜLER YAPIŞIKLIK

Hemen hemen tüm gözlerde doğuştan her noktada tam vitreoretinal yapışıklık mevcuttur. Vitreomaküler yapışıklık (VMA, vitreomacular adhesion) ifadesi ise fovea etrafındaki vitreusun kısmi olarak ayrıldığı, foveadaki yapışıklığın ise farklı derecelerde korunduğu duruma verilen addır. Optik koherens tomografi görüntülerinde kortikal vitreusun merkezi 3 milimetrelilik alanda yapışık kaldığının, diğer bölgelerde ise retina yüzeyinden kalkmış olduğu görülür. Arka vitreus ile iç retina yüzeyi arasındaki açığı keskindir. Retinada vitreus yapışıklığından kaynaklanan bir kontur ya da morfoloji değişikliği gözlenmez.

Optik koherens tomografi ile tespit edilen VMA dar ya da geniş tabanlı olarak ikiye ayrılır. Dar tabanlı VMA merkezde vitreusun daha sıkı yapışık olduğu bilinen 1500 mikronluk mesafe ile sınırlı yapışıklığı tanımlar. (Şekil 3) Geniş tabanlı VMA



Şekil 3: Vitreomaküler yapışıklık (VMA): Fovea etrafındaki vitreusun iç retina yüzeyinden büyük oranda ayrılarak sadece fovea yapışıklığının devam ettiği fokal VMA. Retinada herhangi bir kontur ya da morfoloji değişikliği yoktur.

ifadesi ise 1500 mikrondan daha geniş yapışıklıklar için kullanılır. Geniş tabanlı bir vitreoretinal yapışıklık bölgesi içinde 1 mm'den küçük kısmı ayrışma bölgeleri görülebilir de, bunlar dar-geniş tabanlı ayrımı yapılırken gözardı edilir.

Optik koherens tomografideki bu görüntüye diyabetik maküla ödemi, yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, retina ven tıkanıklığı gibi başka maküla patolojilerinin eşlik etmesi durumunda eşzamanlı VMA, eşlik eden başka maküla hastalığı olmadığında ise izole VMA ifadeleri kullanılır.^[9,11,16]

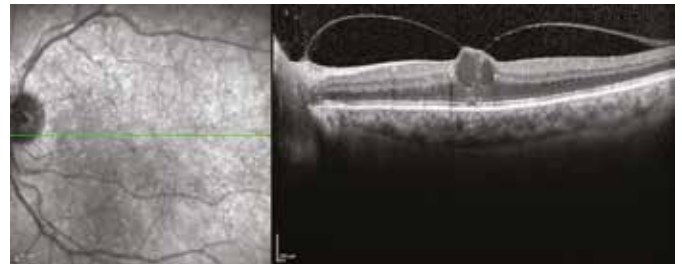
VİTREOMAKÜLER TRAKSİYON

Anormal AVD'nin ilerleyen evrelerinde arka vitreus ile maküla arasındaki yapışıklık maküla çekintiyeye yol açarak retina iç yüzeyinde kontur değişiklikleri, retina içi yalancı kistler, fovea-retina pigment epiteli (RPE) ayrışması gibi lezyonlara ve bunların neticesinde görme ile ilgili belirti ve yakınmalara neden olabilir. Fovea etrafındaki arka vitreusun ayrıldığı, fakat foveada devam eden yapışıklığın OCT'de bu tür değişikliklere yol açtığı klinik tablo vitreomaküler traksiyon (VMT) olarak adlandırılır.^[11]

Vitreomaküler traksiyon tanısı için OCT yatay tarama kesitlerinden en az birinde aşağıdaki tüm anatomik kriterler mevcut olmalıdır:

- Vitreus korteksinin fovea etrafında retina yüzeyinden ayrılmış bulunması,
- Fovea merkezli 3 mm çapındaki daire içinde vitreus korteksiyle maküla arasındaki yapışıklığın devam etmesi,
- Retina tabakalarının tümünü içine alan tam kat bir defekte yol açmadan, fovea yüzeyinde bozulma, retina içi yapısal değişiklikler, fovea ile RPE'nin ayrışması gibi lezyonların tek başlarına ya da bir arada bulunması.

Vitreusun maküla yüzeyine yapışık olduğu bölgenin OCT'deki genişliğine göre VMT de dar ya da geniş tabanlı olarak iki alt gruba ayrılmıştır. Yapışıklığın 1500 mikron veya daha dar bir alan kesitinde görülmesi durumunda dar tabanlı VMT, 1500 mikrondan daha geniş olduğu durumlarda geniş tabanlı VMT tanımı kullanılır.^[16] (Şekil 4)

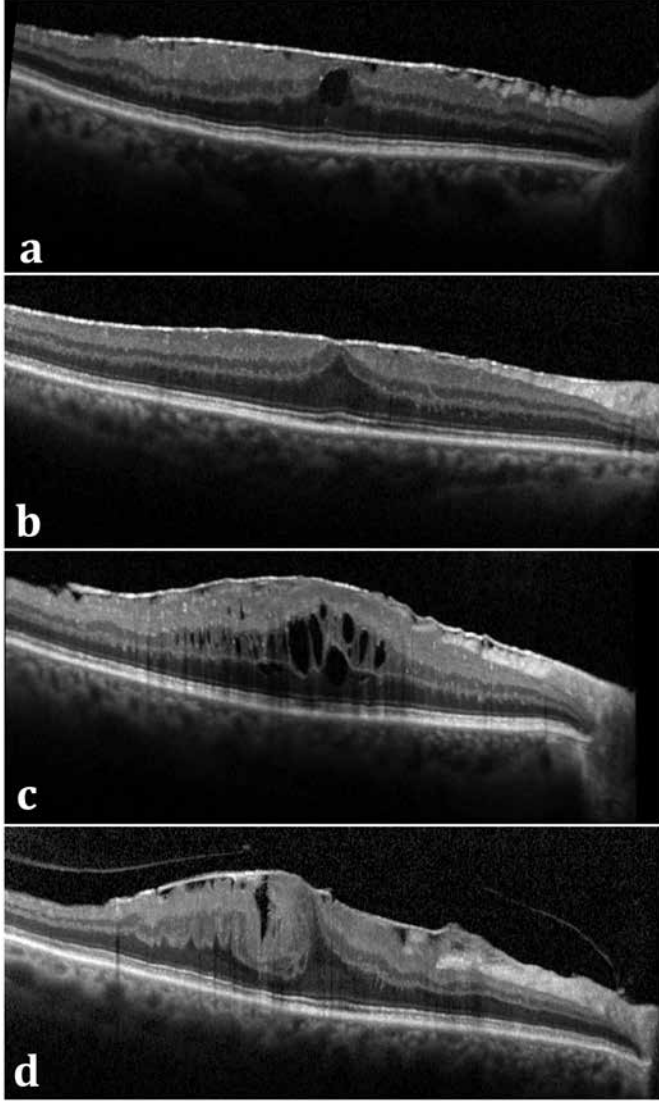


Şekil 4: Vitreomaküler traksiyon (VMT): Vitreus korteksinin fovea ve optik disk hariç arka kutuptan ayrıldığı, foveaya yapışık olan kısmın retina dokusuna traksiyon uygulayarak iç retinada yalancı kistlere ve dış retina tabakalarında kısmi düzensizliğe yol açtığı dar tabanlı VMT olgusu.

Geniş tabanlı VMT OCT'de maküla genel kalınlaşmaya, maküla skizis ve kistoid maküla ödemeine, fluorescein anjiyografide ise maküla kaynağı belirsiz sızıntıya yol açabilir. Dar tabanlı VMT ise OCT'de fovea iç yüzeyinde kontur bozulması, fovea tabanının RPE'den ayrışması ve merkezi maküla yalancı kist oluşumuna neden olabilir.^[17]

EPİRETİNAL MEMBRAN

Epiretinal membran (ERM) retina iç yüzeyine yapışık veya sıkı temas halindeki patolojik fibroblastik damarsız zarlara verilen genel addır.^[18] Biyomikroskopik muayene bulgularına



Şekil 5: Epiretinal membran (ERM): (a) Makülaya belli noktalardan temas halinde ERM. (b) Makülaya her noktadan temas halinde sıkıca yapışık bulunan ERM. (c) Retina içi kistlere ve retinada diffüz kalınlaşmaya neden olan ERM. (d) Belirgin retina katlantılarına neden olan ERM.

göre selofan makülopati, maküla kırışıklığı ve preretinal maküla fibrozisi gibi isimler verilmiş olan tabloların farklılaşmasındaki temel etken etioloji ya da klinik değil, retina yüzeyindeki zarın kalınlığı, retina iç yüzeyine yapışıklık biçimi ve retina iç yüzeyinde oluşturduğu kırışıklığın şiddetidir.^[19] Optik koherens tomografinin klinik kullanıma girmesiyle birlikte hem biyomikroskopik muayenede gözden kaçabilen asemptomatik ERM'ler daha kolay tanınır hale gelmiş, hem de ERM'lerin anatomik özelliklerinin ve bunların klinik sonuçlarının daha hassas incelenmesi mümkün olmuştur.

Uluslararası Vitreomaküler Traksiyon Çalışma Grubu çalışmasında anormal AVD ile idyopatik epiretinal membranlar arasındaki ilişkiye dikkat çekilmişse de ERM tipleri ve OCT özelliklerine değinilmemiştir.^[16] Gerçekten de idyopatik ERM olgularının %95'inde AVD tespit edilmiştir.^[20] Bu nedenle başka bir patolojiye bağlı olmadan, AVD ile birlikte görülen ERM'ler için primer ERM isimlendirmesi daha uygundur. Arka üveit, enfeksiyöz retinitler, diyabetik retinopati, retina ven tıkanıklıkları, göz travması, retina dekolmanı, lazer fotokoagülasyon tedavisi ve vitreoretinal cerrahi işlemlere bağlı olarak gelişen membranlar ise sekonder ERM olarak adlandırılmaktadır.^[19]

Optik koherens tomografi incelemesinde gerek idyopatik, gerek primer, gerekse sekonder ERM'lerin anatomik özellikleri ve maküla da yol açtıkları yapısal değişimler kolaylıkla tespit ve takip edilebilmektedir.

Wilkins ve ark. ERM'lerin OCT'de maküla iç yüzeyi ile temas durumunu göz önüne alarak fokal ve global yapışıklık ayrımını yapmışlardır.^[21] Buna göre, inceledikleri ERM olgularının %26'sında fokal yapışıklık, %67'sinde global yapışıklık tespit etmişlerdir. Mori ve ark. ise primer ERM'lerin sadece %20'sinin, sekonder ERM'lerin ise %52'sinin fokal yapışıklık gösterdiğini bulmuşlardır.^[22]

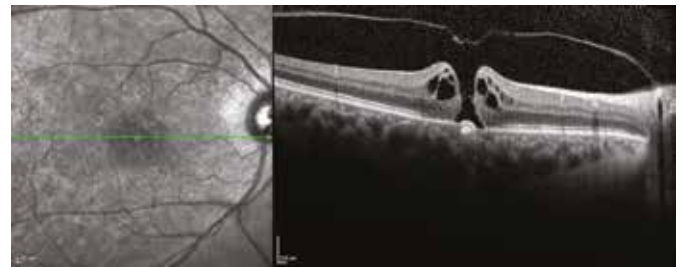
Optik koherens tomografi görüntülerini dikkate alarak ERM'leri sınıflandırmak amacıyla farklı gruplar çalışmıştır. Wilkins ve ark. maküla kalınlığını, Hwang ve ark. fovea tutulumu olup olmasını, Konidaris ve ark. AVD olup olmasını, Stevenson ve ark. ise santral maküla kalınlığı ile birlikte iç segment ellipsoid bant bütünlük durumunu dikkate alarak çeşitli sınıflandırmalar teklif etmiş, fakat hiçbir yaygın kabul görmeyi başaramamıştır.^[21,23,24,19]

Günümüzde ERM olgularının tanı, tedavi kararı ve takiplerinde OCT'nin rolü tartışmasızdır. Olgunun şikayetleri ve görme keskinliği gibi muayene bulguları yanında, hatta bazen bunların da önünde AVD durumu, ERM kalınlığı, retina iç yüzeyi ile temas durumu, maküla çekintisi varlığı, maküla konturundaki bozulma, retina kırışıklığı, maküla kalınlaşması, diffüz ya da kistoid ödem varlığı, fovea dekolmanı, fovea fıtıklaşması, yalancı delik, lameller delik veya retinoskizis varlığı ve dış retinadaki yapısal bozulmalar gibi pek çok OCT bulgusu dikkate alınmaktadır.^[19,25-27] (Şekil 5)

MAKÜLA DELİĞİ

Tam kat maküla deliği foveada iç limitan zardan RPE'ye kadar tüm nöral retina tabakalarını içeren anatomik bir defekti tarif eder. Tanı için tam kat defektin tek bir OCT kesitinde görülmesi yeterlidir. Fakat küçük delikler tek kesitte gözden kaçabileceğinden şüphe durumunda OCT taraması ince kesitli olarak tekrar edilmelidir.^[16]

Optik koherens tomografi görüntüsünde delik kenarı künt sonlanır ve yalancı kist ya da kavitasyonlar içerebilir. Aynı zamanda intraretinal sıvı birikimi nedeniyle deliği çevreleyen retina kalınlaşmış ve zeminden vitreus boşluğuna doğru kıvrılmış olabilir. (Şekil 6)



Şekil 6: Tam kat küçük maküla deliği: Maküladan tam olarak ayrılmış serbest arka hyaloid zarla birlikte küçük boy tam kat maküla deliği. Delik kenarları künt ve vitreus boşluğuna doğru kıvrılmış, ve yalancı kistler içerir.

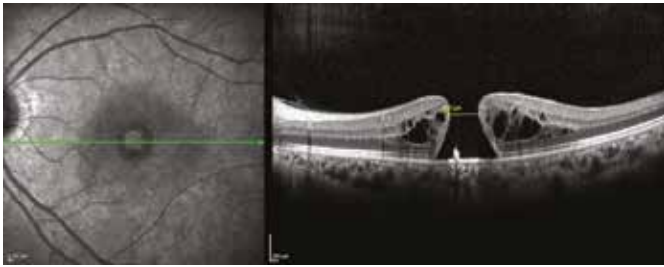
Vitreus delik kenarına hala yapışık olabilir veya olmayabilir. Optik koherens tomografi sınırları içinde serbest ya da bir kenarından retinaya tutunan bir operkulumun görülmesi de mümkündür.^[16,28] (Şekil 7)



Şekil 7: Tam kat maküla deliği: Bir kenarından retinaya hala yapışık olan operkulum ve buna çekinti uygulamaya devam eden yapışık arka vitreus ile birlikte tam kat maküla deliği.

Maküla deliklerinin Gass tarafından yapılmış olan klasik sınıflandırması hala kullanılmakla birlikte, OCT patogenezi ve klinik seyri daha iyi anlamamızı sağlayan yeni bir sınıflandırma sistemini mümkün kılmıştır.^[29,30] Uluslararası Vitreomaküler Traksiyon Çalışma Grubu tarafından yapılan bu sınıflandırmaya göre tam kat maküla delikleri boyutlarına göre küçük, orta ve büyük olarak üçe ayrılır.

Delğin fovea santraline denk gelen kesitte OCT yazılımının pergel fonksiyonu kullanılarak ölçülen en dar çapı 250 mikrondan küçük olan delikler küçük boy; 250-400 mikron arası olanlar orta boy, 400 mikrondan büyük olanlar ise büyük boy olarak değerlendirilir. (Şekil 8)



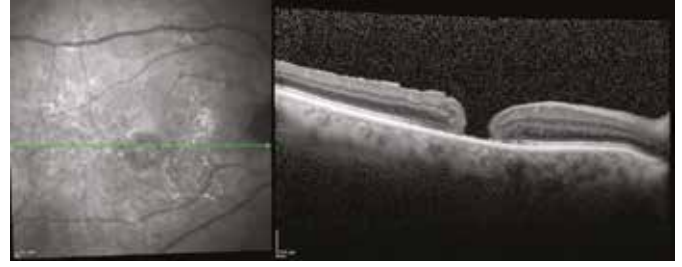
Şekil 8: Tam kat büyük boy maküla deliği: Maküla deliklerinin genişliği OCT yazılımının pergel fonksiyonu kullanılarak, merkezi foveal OCT kesitindeki en dar noktadan retina pigment epiteline paralel bir çizgi çekilerek kolayca ölçülebilir.

Optik koherens tomografi temelli sınıflandırmada arka vitreus bağlantısının durumu da ikincil parametre olarak değerlendirilir.^[16]

Tam kat maküla delikleri biyomikroskopik muayenede geniş fovea kistleri, yalancı kistler, yalancı delikler ve lameller deliklerle kolayca karıştırılabilir. Optik koherens tomografi bunlar arasındaki anatomik farkları net biçimde ortaya koyarak tanı, tedavi ve takipte olası hataların önlenmesinde yardımcı olur.

Gözlem, farmakolojik vitreolizis ve vitreoretinal cerrahi gibi yaklaşım tercihlerinin sonuçlarının takibinde de OCT son derece kullanışlı bir enstrümandır. Tedavi sonrası OCT'de deliği çevreleyen retina halkasının düzleşmesi ve kenarlarının retina pigment epiteline her noktada yapışmış olması deliğin kapanması olarak yorumlanır. Foveada nörosensöriyel retina defektinin olmadığı kapanmalar tip 1, nörosensöriyel retinanın uç uca gelmediği, yani foveada retina pigment epitelinin çıplak kaldığı kapanmalar tip 2 olarak tanımlanmıştır. Tip 1 kapanmaların görsel prognozunun tip 2 kapanmalara göre daha iyi olduğu belirtilmiştir.^[31]

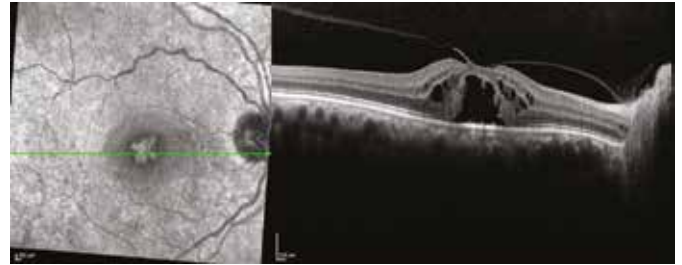
Bu şekilde maküla deliğinin kapanıp kapanmadığı, kapanma tipi, kapanma sonrası retina tabakalarının durumu ve takiplerde nüks gibi bulguları OCT ile hassas biçimde takip etmek mümkündür. (Şekil 9)



Şekil 9: Tam kat maküla deliğinde Tip 2 kapanma: Ameliyat sonrası kapanma sağlanmış, fakat delik dudakları arasında nöral doku defekti ve çıplak retina pigment epiteli izlenmektedir.

MAKÜLA DELİĞİ TEHDİDİ

Bir gözünde tam kat maküla deliği gelişmiş kişilerin diğer gözünde VMA veya VMT bulunabilir. Önceleri VMA mevcut olan diğer göz için Evre 0 maküla deliği ifadesi kullanılırdı.^[32] Fakat OCT temelli sınıflandırmaya göre bir gözünde tam kat maküla deliği olan kişilerin diğer gözünde ancak VMT olması durumu maküla deliği tehdidinden söz edilmektedir.^[16] (Şekil 10)



Şekil 10: Delik tehdidi: Sol gözünde tam kat maküla deliği olan bir hastanın sağ gözünde vitreomaküler traksiyona bağlı fovea dekolmanı, retina içi yalancı kistler ve özellikle dış retina tabakalarında düzensizlik izlenmektedir. Bu durum delik tehdidi olarak adlandırılır.

LAMELLER MAKÜLA DELİĞİ

Foveada kısmi kalınlıkta retina defekti lameller delik olarak adlandırılır ve biyomikroskopik muayenede oval ya da yuvarlak, sınırları belirgin, pembe-kırmızı bir lezyon olarak görünürler. Lameller deliklerin kesin tanısını koymak fundus muayenesi ile her zaman mümkün olmayabilir. Lameller deliklerin OCT bulguları şunlardır:

- Düzensiz fovea konturu,
- Fovea iç katlarında defekt (her zaman gerçek doku kaybı olmayabilir),
- Retinanın iç tabakalarında, tipik olarak dış plesiform ve dış nükleer tabakalar arasında ayrışma (skizis) ve
- Fotoreseptör tabakasının korunmuş olması.^[16]

Bu bulguların varlığı kesin biçimde ancak OCT görüntülerinde ortaya konabilir. Bu sebeple OCT lameller maküla deliklerinin tam kat maküla deliği ve yalancı delik gibi benzer bozukluklardan ayırt edilmesinde vazgeçilmez bir tanısal araçtır. (Şekil 11)

Lameller maküla deliği olan gözlerin yarısında aynı zamanda vitreopapiller yapışıklığının da olduğu bildirilmiştir. Optik koherens tomografide arka vitreusun optik disk ve peripapiller retinaya halen yapışık olduğu, geri kalan bölgelerde ise retinadan ayrılmış olduğu rahatça görülür.^[33] Maküla ve optik disk çevresinin eşzamanlı değerlendirilebilmesi konusunda maküla



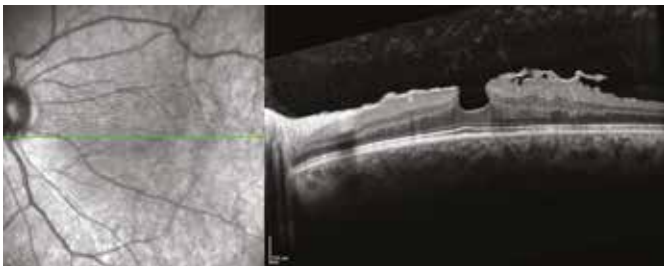
Şekil 11: Lameller delik: İç retina tabakalarında kısmi kayıp, tabakalar arası ayrışma ve fovea çukurluğunun kaybolduğu görülmektedir. Dış retina tabakalarında ise herhangi bir bozulma izlenmemektedir. Eşzamanlı ERM de mevcuttur.

ve optik diskin ayrı ayrı görüntülenemediği klasik OCT sistemlerine kıyasla aynı pencere içinde hem maküla, hem de optik disk görüntüsünü içeren geniş kesitler sunabilen OCT sistemleri daha avantajlıdır.^[34] Lameller deliğin prognozunu tahmini için vitreopapiller yapışıklığının varlığının tespiti önemlidir, çünkü bunun lameller delik oluşumunda rol oynadığı ve deliğin genişlemesini kolaylaştırdığı öne sürülmektedir.^[16]

YALANCI MAKÜLA DELİĞİ

Yalancı delikler, tam kat (gerçek) maküla deliklerine çok benzer şekilde, biyomikroskopik muayenede foveada sınırları belirgin oval ya da yuvarlak pembe-kırmızı lezyonlar olarak görülürler.^[35] Bu yüzden “yalancı delik” olarak adlandırılırlar. Optik koherens tomografi yalancı deliklerin teşhisinde ve gerçek deliklerden ayırt edilmelerinde son derece hassastır. Bunun için birden fazla çizgisel taramayı incelemek, tam kat ve lameller maküla deliklerinden farklı olarak retina tabakalarında eksik-kayıp olmadığından emin olmak yeterlidir.^[36] Yalancı deliklerin OCT görüntülerinde 4 özellik aranmalıdır:

- Fıtıklaşmış ya da kendi üzerine kıvrılmış fovea dokusu,
- Merkezi açıklığı bulunan eşzamanlı ERM,
- Fovea çukurluğunun kaybolması ve normale yakın merkezi retina kalınlığı ve
- Retina tabakalarında eksik-kayıp olmaması.^[16] (Şekil 12)



Şekil 12: Yalancı maküla deliği: ERM'nin foveaya denk gelen merkezi kısmındaki açıklık yalancı delik görünümüne neden olmaktadır. Retina tabakalarında herhangi bir kayıp söz konusu değildir.

Fovea merkezindeki geniş bir kistik lezyon da biyomikroskopik muayenede tam kat delikle karıştırılabilir. Fakat bu lezyon yalancı delik olarak adlandırılmaz ve ikisi arasındaki ayrım yine OCT ile rahatça yapılabilir.^[37,38]

VİTREORETİNAL ARAYÜZEY İLE DİĞER HASTALIKLARIN İLİŞKİSİ

Diyabetik retinopati, retina damar tıkanıklıkları, yaşa bağlı

maküla dejenerasyonu, dejeneratif yüksek miyopi gibi birçok retina patolojisinin seyri birincil patolojinin yanında vitreoretinal arayüzeyin durumu ile de yakından ilişkilidir. Örneğin diyabetik maküla ödeminin vitreomaküler traksiyon ve epiretinal membran varlığında daha dirençli olduğu,^[39] proliferatif diyabetik retinopati seyrinin arka vitreus yapışıklığının sürdüğü gözlerde daha agresif olduğu^[40,41] ve yaşa bağlı maküla dejenerasyonda klinik seyir ile VMA ve VMT arasında beklenenden daha yakın bir ilişki bulunduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur.^[42-44] Vitreoretinal arayüzey ile ilgili OCT sayesinde edindiğimiz bilgiler bu patolojik süreçlere dair bildiklerimizi ve bu hastalıklara yaklaşımımızı da belirgin biçimde etkilemiştir. Bahsedilen hastalıklarda vitreoretinal arayüzey durumunun rolü çok önemli olmakla birlikte, bu yazının amacı dışında kalmaktadır. Burada OCT ile vitreoretinal arayüzeyin dikkatlice değerlendirilmesinin çoğu olguda birincil patolojiye dair diğer parametrelerin takibi kadar, hatta bazen bundan da önemli olduğunu belirtmek yeterlidir. (Şekil 13)



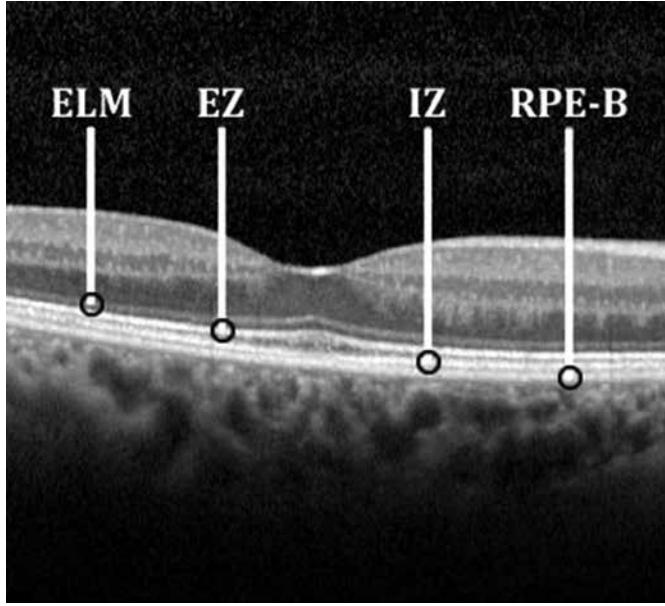
Şekil 13: Diyabetik retinopatide vitreomaküler arayüzey bozukluğu: Diyabetik retinopatiye bağlı maküla ödemi, kistoid dejenerasyon ve diffüz retina kalınlaşması olan gözdeki eşzamanlı ERM ve VMT klinik tablonun kötüleşmesine katkıda bulunmaktadır.

VİTREORETİNAL ARAYÜZEY HASTALIKLARINDA OCT-GÖRSEL PROGNOZ İLİŞKİSİ

Yukarıda bahsedilen vitreoretinal arayüzey hastalıkları için yaklaşım seçenekleri tartışılırken hiç şüphesiz hastalığın doğal seyri ile tedavi sonrası prognoz arasındaki karşılaştırmalar belirleyici olmaktadır. İzlem ve tedavi seçenekleri arasında karar verme, tedavi yanıtını değerlendirme ve görsel prognoz konusunda hastayı bilgilendirme aşamalarında retina mimarisinin OCT ile değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Pek çok çalışmada başta ERM ve tam kat maküla delikleri olmak üzere, vitreoretinal arayüzey hastalıklarında görsel prognoz ile maküla kalınlığı, iç limitan zar kırışıklığı, fovea çukurluğunun durumu ve dış retinadaki yapısal değişiklikler ile görsel prognoz arasındaki ilişki incelenmiştir. Maküla kalınlığı ve fovea çukurluğunun durumu gibi daha çok iç retina durumunu yansıtan değişkenlerle görsel prognoz arasındaki ilişki tam olarak ortaya konamadığından tartışmalıdır. Öte yandan dış retina durumuna işaret eden değişkenlerle görsel prognoz arasındaki ilişki pek çok çalışmada belirgin biçimde gösterilmiştir.^[45,46]

Optik koherens tomografi ile elde edilen görüntülerin çözünürlüğünün artması retina tabakalarının tek tek ayırt edilebilmesini, tabakalar arasındaki ilişkilerin ve yapısal detayların



Şekil 14: Dış retina tabakaları: dış limitan zar (ELM), elipsoid hat (EZ), interdi-jitasyon hattı (IZ) ve RPE-Bruch kompleksi (RPE-B)

daha iyi incelenebilmesini mümkün kılmıştır. Mevcut OCT cihazlarının pek çoğunda dış retinayı oluşturan dört hiperreflektif hat ayırt edilebilmektedir. Bu hatlar içten dışa doğru dış limitan zar (ELM), elipsoid bölge (EZ), interdi-jitasyon bölgesi (IZ) ve RPE-Bruch kompleksidir. (Şekil 14)

Dış limitan zar fotoreseptörlerin hücre gövdeleri ile iç segmentleri arasındaki hattır ve Müller hücreleri ile fotoreseptörler arasındaki bağlantıları içerir. Önceleri fotoreseptör iç-dış segment (IS/OS) hattı olarak bilinen EZ hattı fotoreseptör iç segmentlerinin dış kısımlarının oluşturduğu hattaki mito-

kondriler tarafından oluşturulur. İnterdi-jitasyon hattı ise RPE hücreleri ile koni hücreleri dış segmentleri arasındaki temasın gerçekleştiği tabakadır. Bu tabaka daha önce koni dış segment uçları (COST) ya da basil dış segment uçları (ROST) olarak adlandırılmaktaydı.^[47]

Başta tam kat maküla deliği ve ERM olmak üzere, vitreoretinal arayüzey hastalıklarında özellikle görsel prognoz ile burada bahsi geçen dış retina tabakalarının anatomik durumu arasındaki ilişkili pek çok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmaların çoğunun ortak bulgusu OCT’de görüntülenen ELM, EZ ve IZ hatlarındaki bozulma, silikleşme ya da kopuklukların doğrudan fotoreseptör hasarına veya işlev kaybına işaret ettiğidir. Bu üç tabakanın hasar düzeyi açısından birbirleriyle yakın ilişki içinde oldukları görülmüş, yapısal bozulmanın belli bir sırayı takip ettiği ve ilk olarak IZ, daha sonra EZ ve en son ELM hattını etkilediği anlaşılmıştır. Öte yandan, tedavi sonrası restorasyon sürecinin de bunun tersi bir sıra takip ettiği, yani ilk olarak ELM’de gerçekleştiği tespit edilmiştir. Elipsoid hat iyileşmesi ancak ELM’nin sağlam olduğu bölgelerde, IZ iyileşmesi ise EZ ve ELM hatlarının sağlam olduğu bölgelerde görülmüştür. Anlaşılacağı üzere diğer iki tabakanın restorasyonu için ilk şart sağlam bir ELM tabakasıdır.

Tam kat maküla deliği ve ERM olgularında OCT bulgularıyla görsel prognoz arasındaki bağlantıyı inceleyen çalışmalar her üç tabakanın da tedavi öncesi görme düzeyi, görsel prognoz ve cerrahi tedavi sonrası görsel iyileşme ile ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya konmuştur. Bu tabakaların bütünlüğünün OCT ile değerlendirilmesi hem tedavi zamanlaması, hem de görsel prognoza dair hasta bilgilendirmesi açısından çok önemlidir. (Şekil 15) Özellikle ERM olgularında dış retina tabakalarındaki bozulmanın ilk işaretleri alındığında cerrahi tedavi için planlamanın yapılması durumunda görme ile ilgili beklentilerin daha iyi olacağı belirtilmektedir.^[48-50]

SONUÇ

Optik koherens tomografi teknolojisinin günlük oftalmoloji pratiğine girmesiyle vitreoretinal arayüzeyin hem sağlıklı bireylerde, hem de patolojik süreçlerde incelenmesi kolaylaşmış, daha önce klinik muayenede gözden kaçan ya da birbiriyle karışan bozuklukların çok daha doğru teşhis edilmesi mümkün hale gelmiştir. Aynı zamanda çözünürlük ve tarama hızı artan OCT cihazları ile vitreoretinal arayüzey hastalıklarının oluşum süreçleri ve doğal seyirleri hakkında daha fazla bilgi edinme imkanı doğmuştur. Bu sayede retina tabakalarının durumunu tek tek detaylı biçimde incelememiz ve görsel prognoza dair daha sağlıklı tahminler yapabilmemiz mümkün olmuştur.

Her gün gelişmekte olan OCT görüntüleme teknolojisi vitreoretinal arayüzey hastalıklarının tanı, takip ve tedavisi için vazgeçilmez bir tanısal gereç olmanın ötesinde, bu hastalıkların patogenezi ve doğal seyirlerine dair bilgilerimizi, isimlendirme, sınıflandırma ve evreleme sistemlerimizi de değiştirmeye devam edecektir.

REFERANSLAR

1. Fujimoto J, Swanson E. The development, commercialization, and impact of optical Coherence Tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Jul 1;57(9):OCT1-OCT13.
2. Puliafito CA, Hee MR, Lin CP, Reichel E, Schuman JS, Duker JS, et al. Imaging of macular diseases with optical coherence tomography. Ophthalmology. 1995

Şekil 15: (a) Tam kat maküla deliği: Retina içi yalancı kistler ve ELM hariç dış retina tabakalarında kısmi bozulma göze çarpmaktadır. (b) Pars plana vitrektomi, iç limitan zar soyulması ve SF6 gazı verilmesinden 1 ay sonra ELM dışında kalan dış retina tabakalarında düzensizlik devam etmektedir. Hastanın görme keskinliği 6/10’dur. (c) Ameliyattan 6 ay sonra elipsoid hattaki hasar büyük oranda, interdi-jitasyon hattındaki hasar ise kısmen iyileşmiş görünmektedir. Hastanın görme keskinliği 10/10’dur.

Feb;102(2):217-29.

3. Wojtkowski M, Leitgeb R, Kowalczyk A, Bajraszewski T, Fercher AF. In vivo human retinal imaging by Fourier domain optical coherence tomography. *J Biomed Opt*. 2002;7:457-463.
4. Potsaid B, Baumann B, Huang D, Barry S, Cable AE, Schuman JS et al. Ultrahigh speed 1050nm swept source/Fourier domain OCT retinal and anterior segment imaging at 100,000 to 400,000 axial scans per second. *Opt Exp*. 2010;18:20029-20048.
5. Ray R, Barañano DE, Fortun JA, Schwent BJ, Cribbs BE, Bergstrom CS, et al. Intraoperative microscope-mounted spectral domain optical coherence tomography for evaluation of retinal anatomy during macular surgery. *Ophthalmology* 2011;118:2212-2217.
6. Pichi F, Alkabes M, Nucci P, Ciardella AP. Intraoperative SDOCT in macular surgery. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2012;43:S54-S60.
7. Sebag J. Vitreous in health and disease. New York, NY: Springer-Verlag; 2014.
8. Sebag J. Age-related changes in human vitreous structure. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1987;225(2):89-93.
9. Johnson MW. Perifoveal vitreous detachment and its macular complications. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2005;103:537-67.
10. Sebag J. Classifying posterior vitreous detachment: a new way to look at the invisible. *Br J Ophthalmol*. 1997 Jul;81(7):521.
11. Johnson MW. Posterior vitreous detachment: evolution and complications of its early stages. *Am J Ophthalmol*. 2010;149(3):371-382.
12. Uchino E, Uemura A, Ohba N. Initial stages of posterior vitreous detachment in healthy eyes of older persons evaluated by optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2001;119(10):1475-1479.
13. Mirza RG, Johnson MW, Jampol LM. Optical coherence tomography use in evaluation of the vitreoretinal interface: a review. *Surv Ophthalmol*. 2007 Jul-Aug;52(4):397-421.
14. Stalmans P, Duker JS, Kaiser PK, Heier JS, Dugl PU, Gandorfer A, et al. Oct-based interpretation of the vitreomacular interface and indications for pharmacologic vitreolysis. *Retina*. 2013 Nov-Dec;33(10):2003-11.
15. Sebag J. Anomalous posterior vitreous detachment: a unifying concept in vitreoretinal disease. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2004 Aug;42(8):690-8.
16. Duker JS, Kaiser PK, Binder S, de Smet MD, Gaudric A, Reichel E, et al. The International Vitreomacular Traction Study Group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. *Ophthalmology*. 2013 Dec;120(12):2611-9.
17. Haouchine B, Massin P, Gaudric A. Foveal pseudocyst as the first step in macular hole formation: a prospective study by optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2001;108:15-22.
18. Ng CH, Cheung N, Wang JJ, Islam AF, Kawasaki R, Meuer SM, et al. Prevalence and risk factors for epiretinal membranes in a multi-ethnic United States population. *Ophthalmology* 2011;118:694-699.
19. Stevenson W, Prospero Ponce CM, Agarwal DR, Gelman R, Christoforidis JB. Epiretinal membrane: optical coherence tomography-based diagnosis and classification. *Clin Ophthalmol*. 2016 Mar 29;10:527-34.
20. Wiznia RA. Posterior vitreous detachment and idiopathic preretinal macular gliosis. *Am J Ophthalmol*. 1986 Aug 15;102(2):196-8.
21. Wilkins JR, Puliafito CA, Hee MR, Duker JS, Reichel E, Coker JG, et al. Characterization of epiretinal membranes using optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 1996;103(12):2142-2151.
22. Mori K, Gehlbach PL, Sano A, Deguchi T, Yoneya S. Comparison of epiretinal membranes of differing pathogenesis using optical coherence tomography. *Retina*. 2004;24(1):57-62.
23. Hwang JU, Sohn J, Moon BG, Joe SG, Lee JY, Kim JG, et al. Assessment of macular function for idiopathic epiretinal membranes classified by spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(7):3562-3569.
24. Konidaris V, Androudi S, Alexandridis A, Dastiridou A, Brazitikos P. Optical coherence tomography-guided classification of epiretinal membranes. *Int Ophthalmol*. 2015;35(4):495-501.
25. Ozdemir H, Karacorlu M. Epiretinal Membrane With Foveal Herniation. *Retina*. 2017 Jun;37(6):e71-e72.
26. Pilli S, Lim P, Zawadzki RJ, Choi SS, Werner JS, Park SS. Fourier-domain optical coherence tomography of eyes with idiopathic epiretinal membrane: correlation between macular morphology and visual function. *Eye (Lond)* 2011;25:775-783.
27. Karacorlu M, Ozdemir H, Karacorlu SA. Focal detachment of fovea in patients with idiopathic epiretinal membrane. *Retin Cases Brief Rep* 200
28. Meuer SM, Myers CE, Klein BE, Swift MK, Huang Y, Gangaputra S, et al. The epidemiology of vitreoretinal interface abnormalities as detected by spectral-domain optical coherence tomography: the beaver dam eye study. *Ophthalmology*. 2015 Apr;122(4):787-95.
29. Gass JD. Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. *Am J Ophthalmol* 1995;119:752-9.
30. Gass JD. Idiopathic senile macular hole: its early stages and pathogenesis. *Arch Ophthalmol* 1988;106:629-39.
31. Kang SW, Ahn K, Ham DI. Types of macular hole closure and their clinical implications. *Br J Ophthalmol*. 2003 Aug;87(8):1015-9.
32. Chan A, Duker JS, Schuman JS, Fujimoto JG. Stage 0 macular holes: observations by optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2004;111:2027-32.
33. Sebag J, Wang MY, Nguyen D, Sadun AA. Vitreopapillary adhesion in macular diseases. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2009;107:35-44.
34. Cereda MG, Preziosa C, D'Agostino I, Cozzi M, Bottoni F, Pellegrini M, et al. Occluding vitreomacular traction: Looking outside the: A wide-field optical coherence tomography study. *Retina*. 2017 Aug 1. [Epub ahead of print]
35. Allen AW Jr, Gass JD. Contraction of a perifoveal epiretinal membrane simulating a macular hole. *Am J Ophthalmol* 1976;82:684-91.
36. Haouchine B, Massin P, Tadayoni R, Erginay A, Gaudric A. Diagnosis of macular pseudoholes and lamellar macular holes by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2004;138:732-9.
37. Chen JC, Lee LR. Clinical spectrum of lamellar macular defects including pseudoholes and pseudocysts defined by optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol*. 2008 Oct;92(10):1342-6.
38. Michalewski J, Michalewska Z, Dziegielewska K, Nawrocki J. Evolution from macular pseudohole to lamellar macular hole - spectral domain OCT study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011 Feb;49(2):175-8.
39. Ophir A, Martinez MR, Mosqueda P, Trevino A. Vitreous traction and epiretinal membranes in diabetic macular oedema using spectral-domain optical coherence tomography. *Eye (Lond)*. 2010 Oct;24(10):1545-53.
40. Akiba J, Arzabe CW, Trempe CL. Posterior vitreous detachment and neovascularization in diabetic retinopathy. *Ophthalmology*. 1990 Jul;97(7):889-91.
41. Sebag J. Diabetic vitreopathy. *Ophthalmology*. 1996 Feb;103(2):205-8.
42. Krebs I, Brannath W, Glittenberg C, Zeiler F, Sebag J, Binder S. Posterior vitreomacular adhesion: a potential risk factor for exudative age-related macular degeneration? *Am J Ophthalmol*. 2007 Nov;144(5):741-746.
43. Green-Simms AE, Bakri SJ. Vitreomacular traction and age-related macular degeneration. *Semin Ophthalmol*. 2011 May;26(3):137-8.
44. Lee EK, Lee SY, Yu HG. Epiretinal membrane in nonexudative age-related macular degeneration: Anatomical Features, Visual Outcomes and Prognostic Factors. *Retina*. 2016 Aug;36(8):1557-65.
45. Watanabe K, Tsunoda K, Mizuno Y, Akiyama K, Noda T. Outer retinal morphology and visual function in patients with idiopathic epiretinal membrane. *JAMA Ophthalmol*. 2013 Feb;131(2):172-7.
46. Wakabayashi T, Fujiwara M, Sakaguchi H, Kusaka S, Oshima Y. Foveal microstructure and visual acuity in surgically closed macular holes: Spectral-domain optical coherence tomographic analysis. *Ophthalmology* 2010;117(9):1815-24.
47. Staurengi G, Sadda S, Chakravarthy U, Spaide RF; International Nomenclature for Optical Coherence Tomography (IN-OCT) Panel. Proposed lexicon for anatomic landmarks in normal posterior segment spectral-domain optical coherence tomography: the IN-OCT consensus. *Ophthalmology*. 2014 Aug;121(8):1572-8.
48. Theodossiadis P, Grigoropoulos V, Theodossiadis G. The significance of the external limiting membrane in the recovery of photoreceptor layer after successful macular hole closure: A study by spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmologica* 2011;225(3):176-84.
49. Michalewski J, Michalewska Z, Cisiecki S, Nawrocki J. Morphologically functional correlations of macular pathology connected with epiretinal membrane formation in spectral optical coherence tomography (SOCT). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007;245(11):1623-1631.
50. Mitamura Y, Hirano K, Baba T, Yamamoto S. Correlation of visual recovery with presence of photoreceptor inner/outer segment junction in optical coherence images after epiretinal membrane surgery. *Br J Ophthalmol*. 2009 Feb;93(2):171-5.



Doç. Dr. İbrahim Arif KOYTAK

1976 İstanbul doğumludur. Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 2001 yılında mezun oldu. Göz hastalıkları uzmanlık eğitimini Dr.Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde 2005 yılında tamamladı. Kuruluşundan itibaren Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak görev yaptı. Çalışmalarını halen aynı kurumda sürdürmektedir. 2014 yılında doçent oldu. Mesleki ilgi alanları tıbbi ve cerrahi retina, nörooftalmoloji ve ön segment cerrahisidir.