

Optik Koherens Tomografi

OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY

Deniz ORAL*, Leyla S. ATMACA**

* Arş.Gör.Dr., Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD,

** Prof.Dr., Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD, ANKARA

Özet

Optik koherens tomografi (OCT) retina anatomisinin çapraz kesitli görüntülerini sağlayabilen yeni bir görüntüleme yöntemidir. OCT kızılötesine yakın 840 nm'lik bir diod laser ışığı yardımı ile dokuların optik geri yansıtma özelliklerini kullanarak retinanın iç yapısı hakkında yüksek çözünürlümlü ve derinlemesine bilgiler sağlar. Retina yapılarının yansıtıcılık derecelerine göre farklı renklendirilmiş tomografi kesitleri yapısal bilgilerin yanısıra yapıların gerçek boyutları ve yansıtıcılıkları gibi niceliksel bilgiler de sağlar. OCT makula ödemi, makula deliği, epiretinal membran, yaşa bağlı makula dejeneresansı, optik sinir başı druzeni, optik disk piti gibi patolojilerin yanısıra retina sinir lifi tabakası kalınlığının değerlendirilmesi ve ön segment yapılarının görüntülenmesinde de kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlümlü, kolay uygulanabilen ve hasta uyumunun iyi olduğu bir görüntüleme tekniği olarak, OCT gelecekte başta retina patolojileri olmak üzere pekçok oftalmik patolojinin tanı ve takibinde önemli bir yere sahip olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Tomografi, Optik koherens tomografi, Retina tomografisi, Görüntüleme yöntemleri

T Klin Oftalmoloji 2001, 10:34-40

Summary

Optical coherence tomography (OCT) is a new imaging technique that is capable of providing cross sectional images of the retinal anatomy. By the help of a near infrared 840 nm diode laser light, OCT uses optical reflective properties of the tissues to provide detailed information about the internal retinal structures. Cross sectional OCT scans are color coded according to reflective properties of the retinal structures and provide quantitative information like real dimensions and reflectivity of the structures as well. Besides pathologies like macular edema, macular holes, epiretinal membrane, age related macular degeneration, optic nerve head drusen and optic disc pits, OCT can also be used in imaging of the anterior segment structures and in evaluation of the retinal nerve fiber layer thickness. As a high resolution imaging technique that is easily applicable and necessitating little patient compliance, OCT may have an important role in diagnosis and follow-up of a large variety of ophthalmological pathologies in future.

Key Words: Tomography, Optical coherence tomography, Retinal tomography, Imaging techniques

T Klin J Ophthalmol 2001, 10:34-40

Retina anatomisinin çapraz kesitinin doğrudan görüntülenebilmesi, makula dejeneresansı, makula ödemi ve glokom gibi çeşitli retina ve optik sinir başı hastalıklarında erken tanı ve daha hassas izlem gibi üstünlükler sağlayabilir. 1990'lı yılların başında deneysel olarak kullanılmaya başlanan ve 1995 yılında klinik kullanıma giren optik ko-

herens tomografi (OCT) retina yapısının yüksek çözünürlümlü çapraz kesitli tomografisini in-vivo olarak sağlayabilen yeni bir görüntüleme yöntemidir (1-4). OCT çalışma prensibi olarak B-scan ultrasonografiye benzer ancak görüntü oluşturma da dokunun akustik yerine optik geri yansıtma özelliklerini kullanır. Sistem kızılötesine yakın 840 nm'lik bir diod laser kaynağından çıkan düşük koheranslı ışığı retina üzerine gönderir. Göziçi yapılardan geri yansıyan ışığın gecikme zamanı düşük koheranslı interferometri aracılığı ile değerlendirilir ve OCT'nin algılayıcısında dokunun yansıtıcılık derecesiyle orantılı bir girişim

Geliş Tarihi: 23.08.2000

Yazışma Adresi: Dr.Deniz ORAL
Yalın Sok. No:2/12
06660 Kavaklıdere, ANKARA

sinyali oluşur. Bu sinyallerin işlenmesi ile oluşturulan tomografi kesitleri iki boyutlu olarak ve retina yapılarının yansıtıcılık özelliklerine göre farklı renklendirilmiş şekilde görüntülenir. OCT'nin yansıtıcılık çizelgesi yüksek yansıtıcılığı olan noktalar çizelgenin kırmızı (kırmızından beyaza kadar) ucunda, göreceli olarak düşük yansıtıcılığı olan noktalar ise mavi (maviden siyaha kadar) uçta yer alacak şekilde oluşturulur (1,2,5-7). Elde edilen retina görüntüsünün uzunlamasına çözümü 10 mikron, yanlamasına çözümü ise yaklaşık 70 mikron düzeyindedir. Tomografi görüntülerinden yapıların tam boyutları ve yansıtıcılıkları gibi niceliksel bilgiler de elde edilebilir. Sistemde tarayıcı ışığın fundustaki görünümünü sağlayan kızılötesi ışığa hassas bir video kamera ve elde edilen tomografi görüntüsünü eş zamanlı olarak gösteren bir bilgisayar ekranı bulunur. İstenilen tarama konumu, tarayıcı ışığın fundustaki yerleşiminin ekrandan izlenmesiyle ya da o anki tomografi görüntüsü yardımıyla ayarlanır. Retinanın farklı alanlarının görüntülenebilmesi için hastanın fiksasyon noktasının değiştirilmesi gerekir.

Sağlıklı Gözlerin OCT ile Görüntülenmesi

Sağlıklı bir gözde alınan OCT kesitlerinde vitreus-retina aralığı yansıtıcılığı olmayan vitreus ile retinanın yansıtıcı yüzeyi arasındaki zıtlık ile belirlenir. Sinir lifi tabakası tüm duyu retina tabakaları içinde en yüksek yansıtıcılığa sahiptir. Sinir lifi tabakasının yansıtıcılığı pleksiform tabakaların yansıtıcılığına eşit veya daha yüksektir. Bu tabakanın kalınlığı optik sinire yaklaştıkça artar ve optik disk bölgesinde yansıtıcılığı azalır. Altta yatan pleksiform tabakalar diğer yüksek yansıtıcılıklı tabakaları oluşturur. Düşük yansıtıcılıklı alanlar nükleer tabakalar ile fotoreseptör iç ve dış bölümlerinin yerleşimine karşılık gelir. Dış nükleer tabaka ile fotoreseptör iç ve dış bölümleri tomografi kesitlerinde en belirgin düşük yansıtıcılık hattını oluşturur. Tomografi görüntülerinde retinanın arka sınırını belirleyen yüksek yansıtıcılıklı geniş tabaka retina pigment epiteli (RPE) ve koriokapillaris karşılık gelir ve bu tabaka koroid dolaşımının lamina cribrosada sona ermesiyle uyumlu olarak optik disk kenarında sonlanır. Koriokapillarisin al-

tında derin koroid ve skleradan gelen sinyallerin retinadan geçerken baskılanması nedeniyle bu tabakalardan zayıf yansımalar gözlenir. OCT'de aynı yansıtıcılığa sahip bitişik dokular ayırdedilemediğinden, altta yatan koroidden ayrı bir RPE görüntüsü elde edilemez (5,8).

Papilla-makula hattında alınan kesitlerde, fotoreseptörler ile Henle lifleri tabakasının önünde retinanın yana doğru yer değiştirmesi sonucu fovea çöküklüğünün oluşumu ve en fazla derinliğine makula merkezinde ulaştıktan sonra tekrar kayboluşu izlenir. Optik diskin normal çukurlaşması ve sınırları da belirgin olarak görülür. Optik diskin kesitini incelemek ve değişik düzlemlerde sinir lifi tabakasının kalınlığını karşılaştırmak için optik sinir başından geçen değişik ışınal düzlemlerden OCT kesitleri alındığında; papilla-makula aksına dik olan 90 derecedeki tomografide alt ve üst arkuat sinir lifi demetlerinin varlığı ile uyumlu olarak, retina sinir lifi tabakasının neredeyse tüm retina kalınlığını tutacak ölçüde optik diske doğru genişlediği görülür. Papilla-makula aksına paralel alınan 0 derecedeki tomografide ise daha ince sinir lifi demetleri ile uyumlu olarak daha az belirgin bir sinir lifi tabakası gözlenir. OCT görüntülerinde duyu retinanın sınırları belirgindir ve retina kalınlığı güvenilir olarak saptanabilir. Yapılan çalışmalarda OCT ile retina kalınlık ölçümlerinin değişkenliğinin cihazın çözümüme gücü olan 10 mikrona yakın olduğu belirlenmiştir (5,9).

Ön Segmentin OCT ile Görüntülenmesi

OCT gözün ön segment yapılarının görüntülenmesinde de kullanılabilir. Ön segmentin büyük görüş alanlı OCT kesitlerinden doğrudan ön kamara derinliği, ön kamara açısının değeri ile korneanın ön ve arka yüzeylerinin eğrilik yarıçapları elde edilebilir. Dar alandan daha fazla kesit alınması ile daha yüksek çözümümeli görüntüler elde edilerek, kornea epiteli ve stroma ile bazı kesitlerde endotel de görüntülenebilir. Limbusta kornea kenarı üzerinde yer alan sklera dokusunun yüksek dağıtıcılığı nedeniyle açı bölgesi iyi görüntülenemez. Açı bölgesinden daha fazla kesit alınması ile kornea, sklera, iris ve iris pigment epiteli de açık şekilde görüntülenebilir. Buna karşın, trabeküler ağ, Schlemm kanalı ve

skleral mahmuz görüntüle-nemez. OCT kataraktın görüntülenmesi ve derecelendirilmesi için de kullanılabilir ancak, lens kesitlerinin alınması oldukça uzun sürmektedir. Refraktif cerrahide LASIK sonrası kornea flebi ve stromal yatak kalınlığının ve anatomisinin incelenmesinde de OCT kullanılmaktadır (10). Ön kamaranın OCT görüntüleri kornea, açığı bölgesi ve iris bozukluklarının saptanması ile göziçi kitle ya da tümörlerinin tanısı ve izleminde yararlı olabilir. Ön kamera derinliği ve korneanın refraktif gücünün OCT yardımı ile belirlenmesi yüksek doğrulukta ve temassız biyometri için yeni bir yaklaşım olup, kontakt lens uygulamalarında da kullanılabilir. Kornea kalınlığındaki değişimleri ve stroma içinde yansıtıcılığın dağılımını gösteren yüksek çözünümlü görüntüler kornea ödemi, keratokonus ve interstisyel keratit ve gibi hastalıkların belirlenmesi için özgün bir yöntem oluşturabilir.

Makula Ödemi

Makula ödemi sıklıkla diyabetik retinopati, retina ven tıkanıklığı, üveit, retinitis pigmentosa gibi hastalıklarda görülür veya katarakt ekstraksiyonu sonrası ortaya çıkabilir. Retinada sıvı birikimi duyu retina kalınlığında artış ile makula ödeminin klinik ve anjiyografik bulgularına sebep olur. OCT retina kalınlığını 10 mikronluk bir uzunlamasına çözünümlü ile niceliksel olarak değerlendirebilir. Kistik makula ödemli hastalardan elde edilen görüntüler bilinen histopatoloji ile yakından uyumludur. Tomografide dış pleksiform ve iç nükleer tabakalarda yansıtıcılığı olmayan boşluklar ve neredeyse iç limitan membrana kadar uzanan geniş merkezi kistler izlenir. Kistik makula ödeminin görüntülenmesinde OCT'nin anjiyografi kadar etkin olduğu bildirilmiştir (11). Zaman içinde aynı bölgenin tomografilerinden retina kalınlığının ölçülmesi sıvı birikiminin artış veya azalmasını takipte nesnel bir yöntem oluşturabilir. Yapılan çalışmalarda makula ödeme yönelik laser fotokoagülasyon tedavisi öncesi ve sonrasında retina kalınlık değişimlerini niceliksel olarak izlemede OCT'nin yararlı olduğu görülmüştür (12-14).

Makula Deliği

Oftalmoskopik olarak makula deliği oluşumunun çeşitli evrelerine benzeyen lezyonlar oldukça sıktır. OCT ile makula delikleri benzer diğer lezyonlardan ayırdedilebilir ve deliğin oluşma evreleri izlenebilir. Deliğin çapı ve çevreleyen reti-

na altı sıvı birikiminin yaygınlığı gibi niceliksel bilgiler de görüntülerden doğrudan elde edilebilir. OCT'nin mikron düzeyindeki çözünümlü gücü makula deliklerinin zaman içinde gösterdiği değişimin izlenmesine ve cerrahi uygulanan gözlerde tedavi sonrası iyileşmenin değerlendirilmesine imkan vermektedir (15-18). OCT ile vitreus-retina aralığının incelenmesi de mümkündür. Makula deliği, epiretinal membran, vitreomakuler traksiyon sendromu ve kistik makula ödemi gibi çeşitli makula hastalıklarına eşlik edebilen vitreoretinal yapışıklıkların belirlenmesinde OCT'nin biyo-mikroskopiden daha hassas bir teknik olduğu bildirilmiştir (19). Tam kalınlıkta makula deliği olan hastaların OCT görüntüleri retinada keskin sınırlı ve tam kat çukurlaşma, deliğin etrafında hale şeklinde retina dekolmanı ile dış pleksiform ve iç nükleer tabakalarda küçük, yansıtıcılığı olmayan kistler gibi özellikler gösterir. Bunun tersine, yalancı makula deliği veya kısmi kalınlıkta makula deliklerinde fovea çukurunun çeperinde değişme ile beraber dış duyu retinanın normal olduğu görülür. Makula kistleri ise retina içinde yansıtıcılığı olmayan bölgesel boşluklar şeklinde izlenir (2,20).

Retinoskizis ve Retina Dekolmanı

OCT ile retinoskizis ve retina dekolmanı ayırıcı tanısı kolaylıkla yapılabilmektedir (21). OCT kesitlerinde retinoskizis duyu retina içinde ayrılma olarak izlenirken, seröz duyu retina dekolmanında retinada tam kat kabarıklık ve retina altında yansıtıcılığı olmayan sıvı ile dolu bir boşluk görülür. Altta retina pigment epiteli ile koriokapillarisin oluşturduğu yüksek yansıtıcılıklı hat ise gözküresinin çeperine uygun olarak uzanır. Buna karşılık seröz retina pigment epitel dekolmanı bulunan gözlerde retina pigment epiteline karşılık gelen ince ve yüksek yansıtıcılıklı tabaka hemen duyu retinanın altında izlenir ve bu tabaka yansıtıcılığı olmayan sıvı dolu bir boşluk üzerinde göz çeperiyle uyumsuz olarak uzanır. Kabarık retina pigment epitelinin yüksek yansıtıcılığı nedeniyle koriokapillaris gibi derinde yer alan yapılar gölgelenmiş olarak izlenir (2).

Yaşa Bağlı Makula Dejeneresansı

Yaşa bağlı makula dejeneresansının kuru tipinde, druzenler retina pigment epiteline karşılık gelen hatta yükselti odakları olarak görülür. Bu görüntü Bruch membranında ya da Bruch membranı

ile RPE arasında şekilsiz madde birikimi ile uyumludur. RPE'nin coğrafik atrofisi, pigmenti azalmış alanlar ve retinadaki inceltme nedeniyle tarayıcı ışığın geçişinin artması sonucunda koroidden gelen geri yansımalarda artış şeklinde izlenir. Bunun tersine pigmenti artmış RPE bölgelerinde RPE'den yansıma artar ve daha derindeki koroidden gelen yansımalar hafifçe gölgelenir. Az miktardaki retina altı sıvı ise RPE ile duyu retina arasında yansıtıcılığı olmayan bir boşluk olarak izlenir. Retina altı kanama duyu retinanın altında artmış yansıtıcılıklı düzgün olmayan bir alan olarak görülür ve koroid neovaskülarizasyonundan altta yatan koroidin gölgelenmesi ile ayırdedilebilir. Seröz RPE dekolmanı duyu retinanın seröz dekolmanından RPE'ne karşılık gelen yansıtıcı tabakanın kubbe şekilli yükselmesi ile ayırdedilir. RPE yırtığı ile beraber olan RPE dekolmanlarında ise kubbe şekli izlenmez ve RPE'ne ait yansımada kesinti gözlenir. Koroid neovaskülarizasyonu RPE'nin normal çeperinde yukarı doğru bir tümsek oluşturan kalınlaşma olarak izlenir ve genellikle retina içi veya retina altı sıvı birikimi ile beraber ortaya çıkar. Gizli koroid neovaskülarizasyonları ise koroidin yansıtıcılığında sınırları belirsiz yaygın artışla belirlenir, ancak beraberinde retina içi veya retina altı sıvı olması şarttır. Çünkü koroid yansıtıcılığındaki yaygın değişiklikler prob ışığının koroide geçişini etkileyen RPE değişikliklerinden de kaynaklanabilir.

OCT kızılötisine yakın dalgaboyu kullanması ve yüksek duyarlılığı sayesinde fundus flöresein anjiyografiye göre kanamalardan daha iyi geçmekte ve daha iyi görüntüleme sağlayabilmektedir. Böylece anjiyografide gizli neovaskülarizasyon olarak belirlenen bazı lezyonların sınırları OCT ile daha iyi belirlenebilmektedir. İnce kanamalarda başarılı görüntüler elde edilmesine karşın, yoğun retina altı veya retina içi kanamalar OCT'nin tarayıcı ışığını zayıflatarak koroidin yeterince görüntülenmesini engellemektedir. Bugün için OCT koroid neovaskülarizasyonlarının değerlendirilmesi ve tedavisinde fundus flöresein anjiyografinin yerine geçecek bir seçenek oluşturmamaktadır. Koroid neovaskülarizasyonlarının tedavisinde tüm neovaskülarizasyon alanına laser fotokoagülasyonu önerildiği için tüm lezyonun sınırlarının belirlenmesi gereklidir. OCT

çapraz kesitler aldığından yalnızca kesit alınan bölgedeki sınırları gösterir ve şüphelenilen neovaskülarizasyon alanının tümünün sınırlarının belirlenebilmesi çok sayıda kesit alınmasını gerektireceğinden kullanışlı bir yöntem değildir. OCT, kabarık RPE'nin gölgelemesi nedeniyle pigment epitel dekolmanlarının altındaki koroid neovaskülarizasyonlarını da iyi görüntüleyememektedir. RPE'nin pigmentasyonundaki değişimler de koroid yansıtıcılığını etki-lediğinden, koroid yansımasındaki değişimin her zaman gerçekten koroidden kaynaklanıp kaynaklanmadığının ayırdedilmesi zordur. Fundus flöresein anjiyografide boya sızıntısı ile neovaskülarizasyonun sınırları belirlenmeye çalışılırken, OCT düzgün olmayan damar yapıları hakkında tamamen yapısal veriler sunduğundan neovaskülarizasyonun sınırları hakkında daha fazla bilgi verir. Bu nedenle cihazın teknolojisi geliştikçe fundus flöresein anjiyografide gizli görünüme sahip koroid neovaskülarizasyonlarının sınırları daha iyi belirlenerek laser tedavisi uygulanabilecektir. OCT'nin fovea altı koroid neovaskülarizasyonu olan hastaların cerrahi membran çıkartılmasına uygunluğunun belirlenmesinde ve membran çıkartılması ya da fovea translokasyonu yapılan olguların ameliyat sonrası değerlendirilmesinde de yararlı anatomik veriler sağladığı bildirilmiştir (22-27).

Epiretinal Membran

Epiretinal membranlar OCT'de retina yüzeyi ile birleşik ya da retina yüzeyinin önünde yeralan yansıtıcı yapılar olarak görülebilir. Membranların küçük bir kısmı iç limitan membrandan ayrılmış bölümleri olduğu için tomografilerde açıkça görülebilirken, büyük bölümü retina yüzeyine tamamen yapışık olarak izlenir. Yardımcı başka bulgular bulunmadığında OCT tamamen yapışık epiretinal membranları genellikle belirleyemez. OCT epiretinal membranlara eşlik eden yalancı makula deliklerinin belirlenmesi, retina dekolmanı ile skizis benzeri boşlukların ayırdedilmesi ve membranın çekmesine bağlı olarak oluşan makula kalınlık artışının değerlendirilmesinde yararlı olmaktadır. Membranın sınırları belirgin olduğunda OCT ile membranın kalınlığını da belirlenebilir ve böylece ameliyat öncesi değerlendirme yapılabilir. Pars plana vitrektomi ve membran soyulması yapılan gözlerde, cerrahi sonrası membranın

tamamen çıkartılıp çıkartılmadığı da değerlendirilebilir. Epiretinal membranların belirlenmesinde OCT tek başına bir tanı aracı olarak önerilmemektedir. Ancak membranların çapraz kesit karakterlerinin değerlendirilmesinde kullanılarak tamamlayıcı ve niceliksel bilgiler sağlayabilir (6).

Diyabetik Retinopati

Diyabetik retinopatili hastalarda OCT çoğunlukla dış retina tabakalarını tutan sıvı birikimine bağlı retina kalınlaşmasını gösterir ve bu durum geri yansıyan sinyallerde azalma olarak farkedilir. Sert eksudalar yüksek yansıtıcılığı olan retina içi odaklar olarak görünür. Mikroanevrizma ve diğer damarsal bozuklukların ise OCT'de belirlenmesi güçtür (13). Makula ödeminin izleminde retina kalınlığının zaman içinde aynı noktada ölçülmesi, sıvı birikiminin ilerlemesi veya gerilemesinin değerlendirilmesi için nesnel bir ölçüt sağlar. Hee ve arkadaşları diyabete bağlı makula kalınlaşması olan hastaları OCT ile değerlendirdikleri çalışmalarında retina kalınlığının topografik haritasının genellikle klinik muayene ve anjiyografi ile uyumlu olduğunu belirlemişlerdir (28). OCT'nin erken non-proliferatif retinopatisi olan hastaların makulada kalınlaşma gelişimi açısından taranmasında yararlı olabileceği düşünülmektedir .

Glokom

Glokomda görme alanı kaybı ve belirgin çanaklaşma oluşmadan önce önemli akson kaybı oluşabileceği bilinmektedir. OCT kesitlerinde vitreus-retina aralığındaki yüksek yansıtıcılıklı hat sinir lifi tabakasını gösterir. Yapılan çalışmalarda bu hattın kalınlığının histolojik olarak ölçülen sinir lifi tabakası kalınlığı ile uyumlu ve ölçümlerin tekrarlanabilir olduğu gösterilmiştir (5,29). Schuman ve arkadaşları normal ve glokomlu gözlerde sinir lifi tabakasını OCT ile değerlendirmişlerdir. Sağlıklı gözlerde sinir lifi tabakasının kalınlığı beklendiği gibi alt ve üst kadrantlarda en fazla olarak ölçülmüştür. OCT ile belirlenen çanak/disk oranlarının da stereoskopik disk fotoğraflarını değerlendiren tecrübeli bir kişinin yorumlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir (29). Glokomlu gözlerde görme alanı ve fundus muayene-nesi ile sinir lifi tabakasında kayıp belirlenen alanlarda, OCT'nin sinir lifi tabakasındaki

incelmeyi saptayabildiği gösterilmiştir (30-32). OCT ile yapılan sinir lifi kalınlığı ölçümlerinin, tarayıcı laser polarimetre (scanning laser polarimetry) ve tarayıcı laser oftalmoskopi (scanning laser ophthalmoscopy) teknikleri ile uyumlu olduğu ve OCT'nin glokomlu olguları normal olgulardan ayırdedebildiği bildirilmektedir (33-35). Gelecekte yapılacak çalışmalarla sinir lifi tabakası kalınlığının normal veri tabanının oluşmasıyla OCT glokomun tanısı ve klinik izleminde de önemli bir yere sahip olabilecektir.

Optik Sinir Başı Druzeni

Optik sinir başı druzenleri sinir laminasının önünde yerleşen ve sıklıkla kalsifiye olan hiyalin cisimlerdir. Optik sinire gömülü olan küçük druzenler yalancı papilödem görünümünü oluşturabilir veya optik sinir çanaklaşmasını belirsizleştirebilir. Çanaklaşmanın belirsizleşmesi nedeniyle bu hastalarda optik sinir başı görünümünün değerlendirilmesi zordur. Druzenlerin glokom ve diğer optik nöropatilerdekine benzeyen görme alanı kayıpları oluşturduğu da gösterildiği için, druzen bulunan disklerde sinir lifi tabakasının değerlendirilmesi önemlidir. Yine druzen nedeniyle çanaklaşma oranı düşük olarak izlenen gözlerde, eşlik eden glokom atlanabilir. Bu olgularda sinir lifi tabakasının OCT ile değerlendirilmesi ile tanıya gidilebileceği bildirilmektedir (36-37).

Optik Disk Piti

Optik sinir başının doğumsal pitleri optik diskteki yuvarlak veya oval çukurluklardır. Santral seröz retinopatiji taklit eden bir retina ayrılması şeklinde makula tutulumu bu olguların %25-75'inde görülür. Optik disk piti ve makula tutulumu bulunan gözlerde yapılan OCT incelemelerinde, dış retinada daha belirgin olmak üzere tüm retinada skizis benzeri boşluklar ve kistik değişiklikler izlenmiştir. Skizis benzeri boşluğun optik pitle bağlantılı olduğu ve buradan subaraknoid boşluğa uzandığı belirlenirken, skizis benzeri boşluğun arkasında dış retinada makulayı tutan dekolman gözlenmiştir (38-40).

Yapılacak yeni çalışmalar OCT'nin diğer göz patolojilerinin tanı ve izlemindeki yerini de belirleyecektir. Görüntü oluşturma işlemlerinin retina yüzey şekillerini yanlış gösterebilmesi, derinlikle

beraber bazı dokularda optik zayıflama olabilmesi ve eşit yansıtıcılığa sahip bitişik dokuların (retina pigment epiteli ve koroid) görüntülerini ayrı olarak gösterememesi bu yöntemin en önemli yetersizlikleridir. Bunlara bağlı olarak çevresel retina görüntülerinin elde edilme zorluğu, koroid görüntüsünün sınırlı derinliğe sahip olması ve görüntüleme için saydam bir göz ortamı ile düzgün bir kornea gerekmesi gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır (8,41). OCT bugün için retinayı en ayrıntılı olarak değerlendirebilen görüntüleme tekniğidir. Cihazın teknolojisindeki ilerlemelerle beraber daha hızlı görüntü alınabilmesiyle, yakın gelecekte üç boyutlu retina tomografilerinin de elde edilebilmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, Lin CP, Huang D, Schuman JS, Puliafito CA, Fujimoto JG. Micrometer-scale resolution imaging of the eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1994 ;112: 1584-9.
- Puliafito CA, Hee MR, Lin CP, Reichel E, Schuman JS, Duker JS, Izatt JA, Swanson EA, Fujimoto JG. Imaging of macular diseases with optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1995 ; 102: 217-29.
- Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, Hee MR, Flotte T, Gregory K, Puliafito CA. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254: 1178-81.
- Humphrey Instruments Web Site: www.humphrey.com
- Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, Huang D, Schuman JS, Lin CP, Puliafito CA, Fujimoto JG. Optical coherence tomography of the human retina. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 325-32.
- Wilkins JR, Puliafito CA, Hee MR, Duker JS, Reichel E, Coker JG, Schuman JS, Swanson EA, Fujimoto JG. Characterization of epiretinal membranes using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1996; 103: 2142-51.
- Fercher AF, Hitzenberger CK, Drexler W, Kamp G, Sattmann H. In vivo optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 1993; 116: 113-4.
- Toth CA, Narayan DG, Bopart SA, Hee MR, Fujimoto JG, Birmgruber R, Cain CP, DiCarlo CD, Roach WP. A comparison of retinal morphology viewed by optical coherence tomography and by light microscopy. *Arch Ophthalmol* 1997; 115: 1425-8.
- Koozekanani D, Roberts C, Katz SE, Herderick EE. Intersession repeatability of macular thickness measurements with the Humphrey 2000 OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000; 41: 1486-91.
- Maldonado MJ, Ruiz-Oblitas L, Munuera JM, Aliseda D, Garcia-Layana A, Moreno-Montanes J. Optical coherence tomography evaluation of the corneal cap and stromal bed features after laser in situ keratomileusis for high myopia and astigmatism. *Ophthalmology* 2000; 107: 81-7.
- Antcliff RJ, Stanford MR, Chauhan DS, Graham EM, Spalton DJ, Shilling JS, Ffytche TJ, Marshall J. Comparison between optical coherence tomography and fundus fluorescein angiography for the detection of cystoid macular edema in patients with uveitis. *Ophthalmology* 2000; 107: 593-9.
- Hirakawa H, Iijima H, Gohdo T, Tsukahara S. Optical coherence tomography of cystoid macular edema associated with retinitis pigmentosa. *Am J Ophthalmol* 1999; 128: 185-91.
- Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Duker JS, Reichel E, Rutledge B, Schuman JS, Swanson EA, Fujimoto JG. Quantitative assessment of macular edema with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1995 ; 113: 1019-29.
- Christoffersen N, Sander B, Larsen M. Precipitation of hard exudate after resorption of intraretinal edema after treatment of retinal branch vein occlusion. *Am J Ophthalmol* 1998 ; 126: 454-6.
- Takahashi H, Kishi S. Optical coherence tomography images of spontaneous macular hole closure. *Am J Ophthalmol* 1999; 128: 519-20.
- Mikajiri K, Okada AA, Ohji M, Morimoto T, Sato S, Hayashi A, Kusaka S, Saito Y, Tano Y. Analysis of vitrectomy for idiopathic macular hole by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 1999; 128: 655-7.
- Imai M, Iijima H, Gotoh T, Tsukahara S. Optical coherence tomography of successfully repaired idiopathic macular holes. *Am J Ophthalmol* 1999; 128: 621-7.
- Ripandelli G, Coppe AM, Bonini S, Giannini R, Curci S, Costi E, Stirpe M. Morphological evaluation of full-thickness idiopathic macular holes by optical coherence tomography. *Eur J Ophthalmol* 1999; 9: 212-6.
- Gallemore RP, Jumper JM, McCuen BW 2nd, Jaffe GJ, Postel EA, Toth CA. Diagnosis of vitreoretinal adhesions in macular disease with optical coherence tomography. *Retina* 2000; 20: 115-20.
- Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Duker JS, Reichel E, Schuman JS, Swanson EA, Fujimoto JG. Optical coherence tomography of macular holes. *Ophthalmology* 1995 ; 102: 748-56.
- Ip M, Garza-Karren C, Duker JS, Reichel E, Swartz JC, Amirikia A, Puliafito CA. Differentiation of degenerative retinoschisis from retinal detachment using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1999; 106: 600-5.
- Fujikado T, Ohji M, Hayashi A, Kusaka S, Tano Y. Anatomic and functional recovery of the fovea after foveal translocation surgery without large retinotomy and simultaneous excision of a neovascular membrane. *Am J Ophthalmol* 1998; 126: 839-42.
- Giovannini A, Amato GP, Mariotti C, Scassellati-Sforzolini B. OCT imaging of choroidal neovascularisation and its role in the determination of patients' eligibility for surgery. *Br J Ophthalmol* 1999; 83: 438-42.
- Giovannini A, Amato G, Mariotti C, Scassellati-Sforzolini B. Optical coherence tomography in the assessment of reti-

- nal pigment epithelial tear. *Retina* 2000; 20: 37-40.
25. Hee MR, Bauman CR, Puliafito CA, Duker JS, Reichel E, Wilkins JR, Coker JG, Schuman JS, Swanson EA, Fujimoto JG. Optical coherence tomography of age-related macular degeneration and choroidal neovascularization. *Ophthalmology* 1996; 103: 1260-70.
 26. Trabucchi G, Brezinski ME, Bouma BE, Tearney GJ, Southern JF, Fujimoto JG. Partial lipodystrophy with associated fundus abnormalities : an optical coherence tomography study. *Br J Ophthalmol* 1998; 82: 326.
 27. Zolf R, Glacet-Bernard A, Benhamov N, Mimoun G, Soubrane G, Coscas G. The optical coherence tomography as an anatomical assesment for surgical removal of choroidal neovascular membranes. Abstract Book, 21st Meeting of The Club Jules Gonin Aug.28-Sept.1 1998, Edinburg, Scotland; 104.
 28. Hee MR, Puliafito CA, Duker JS, Reichel E, Coker JG, Wilkins JR, Schuman JS, Swanson EA, Fujimoto JG. Topography of diabetic macular edema with optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1998 ; 105: 360-70.
 29. Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Pedut-Kloizman T, Lin CP, Hertzmark E, Izatt JA, Swanson EA, Fujimoto JG. Quantification of nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 586-96.
 30. Teesalu P, Tuulonen A, Airaksinen PJ. Optical coherence tomography and localized defects of the retinal nerve fiber layer. *Acta Ophthalmol Scand* 2000; 78: 49-52.
 31. Chauhan DS, Antcliff RJ, Rai PA, Williamson TH, Marshall J. Papillofoveal traction in macular hole formation: the role of optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2000; 118: 32-8.
 32. Pieroth L, Schuman JS, Hertzmark E, Hee MR, Wilkins JR, Coker J, Mattox C, Pedut-Kloizman R, Puliafito CA, Fujimoto JG, Swanson E. Evaluation of focal defects of the nerve fiber layer using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1999; 106: 570-9.
 33. Hoh ST, Greenfield DS, Mistlberger A, Liebmann JM, Ishikawa H, Ritch R. Optical coherence tomography and scanning laser polarimetry in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 2000; 129: 129-35.
 34. Bowd C, Weinreb RN, Williams JM, Zangwill LM. The retinal nerve fiber layer thickness in ocular hypertensive, normal, and glaucomatous eyes with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2000 ; 118: 22-6.
 35. Mistlberger A, Liebmann JM, Greenfield DS, Pons ME, Hoh ST, Ishikawa H, Ritch R. Heidelberg retina tomography and optical coherence tomography in normal, ocular-hypertensive, and glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 1999; 106: 2027-32.
 36. Roh S, Noecker RJ, Schuman JS, Hedges TR3rd, Weiter JJ, Mattox C. Effect of optic nerve head drusen on nerve fiber layer thickness. *Ophthalmology* 1998; 105: 878-85.
 37. Roh S, Noecker RJ, Schuman JS. Evaluation of coexisting optic nerve head drusen and glaucoma with optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1997; 104: 1138-44.
 38. Krivoy D, Gentile R, Liebmann JM, Stegman Z, Rosen R, Walsch JB, Ritch R. Imaging congenital optic disc pits and associated maculopathy using optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1996 ; 114: 165-70.
 39. Rutledge BK, Puliafito CA, Duker JS, Hee MR, Cox MS. Optical coherence tomography of macular lesions associated with optic nerve head pits. *Ophthalmology* 1996; 103: 1047-53.
 40. Lincoff H, Kreissig I. Optical coherence tomography of pneumatic displacement of optic disc pit maculopathy. *Br J Ophthalmol* 1998; 82: 367-72.
 41. Toth CA, Birngruber R, Boppart SA, Hee MR, Fujimoto JG, DiCarlo CD, Swanson EA, Cain CP, Narayan DG, Noojin GD, Roach WP. Argon laser retinal lesions evaluated in vivo by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 1997; 123: 188-98.