



Optik Koherens Tomografide Hata Kaynakları ve Anatomik Farklılıklar

Artifacts and Anatomic Variations in Optical Coherence Tomography

Atilla Bayer*, Ahmet Akman**

*Dünyagöz Hastanesi, Ankara, Türkiye

**Serbest Hekim, Ankara, Türkiye

Öz

Glokom tanısını erken aşamada koymak ve hastalık progresyonunu takip etmek için objektif, güvenilir ve tekrar edilebilirlik özellikleriyle kendini ispat etmiş olan optik koherens tomografi (OKT) tetkiki son yıllarda oftalmologlar tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknoloji sayesinde optik sinir başı, peripapiller retina sinir lifi tabakası ve maküler bölgeye ait çeşitli anatomik yapılar ve hücre katmanları incelenebilmekte, bu oluşumlara ait kalınlık ölçümleri elde edilebilmektedir. OKT'nin bu güçlü özelliklerinin yanı sıra unutulmaması gereken bir diğer husus da yaklaşık olarak olguların 1/3'ünde tarama esnasındaki hatalar, anatomik varyasyonlar ve çeşitli oküler patolojilere bağlı artefaktların karşımıza çıkabilmesidir. Bu anatomik varyasyonlar ve artefaktlar fark edilmediğinde tanı ve tedavi açısından ciddi hatalar söz konusu olabilmektedir. Bu derlemede glokom hastalarında OKT testlerinde karşılaşılabilecek anatomik varyasyonlar ve artefaktlar incelenmiş, varsa bunları önleme yolları anlatılmıştır. Zemin etkisi, kırmızı hastalık ve yeşil hastalık kavramlarından bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Optik koherens tomografi, OKT artefaktları, OKT'de anatomik varyasyonlar, kırmızı hastalık, yeşil hastalık

Abstract

In recent years, ophthalmologists widely depend on optical coherence tomography (OCT), which is an objective, reliable, and repeatable structural test for both early diagnosis of glaucoma and detecting progression of the disease. Using this technology, it is now possible to take measures of various anatomic structures and layers of the optic nerve head, peripapillary retinal nerve fiber layer, and macular area. Although OCT has these powerful capabilities in general, anatomical variations, artifacts related to the ocular pathologies, and issues with image acquisition can be present in up to one-third of scans. These anatomical variations and artifacts can be misleading to an interpreter and may lead to erroneous conclusions. This review focuses on the realization and prevention of most common anatomical variations and artifacts observed with OCT imaging. The concepts of floor effect and red and green diseases are also investigated.

Keywords: Optical coherence tomography, OCT artifacts, OCT anatomic variations, red disease, green disease

Giriş

Optik koherens tomografi (OKT) son yıllarda oftalmolojinin diğer alanlarında olduğu gibi glokomda da yaygın olarak hem tanı hem de takip amaçlı olarak kullanılmaktadır.^{1,2,3,4} Oftalmologlar glokom, glokom şüphesi ya da oküler hipertansiyon olgularında tedaviye başlarken genelde OKT sonuçlarına göre

karar vermektedirler. Her yeni kullanılmaya başlanılan tanı yönteminde olduğu gibi OKT'de de teste ait sınırların ve hata kaynaklarının anlaşılması zaman alabilmektedir. Bu sınırları ve hata kaynaklarını bilerek sonuçların değerlendirilmesi yeni olgulara tanı koyulmasında ya da progresyon analizinde OKT sonuçlarını daha güvenilir hale getirecektir.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Atilla Bayer, Dünyagöz Hastanesi, Ankara, Türkiye

Tel.: +90 542 244 91 91 E-posta: atillabayer@hotmail.com **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0002-0184-8033

Geliş Tarihi/Received: 11.03.2019 **Kabul Tarihi/Accepted:** 25.12.2019

Cite this article as: Bayer A, Akman A. Artifacts and Anatomic Variations in Optical Coherence Tomography. Turk J Ophthalmol. 2020;50:99-106

OKT çıktılarının sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi için hekim kendisini sadece hastadan elde edilen verilerin normatif veri tabanı ile karşılaştırıldığı renkli grafik, tablo ya da haritalarla sınırlandırmamalıdır. Bu grafik, tablo ve haritalardaki sınıflamalar üreticinin normatif veri tabanına göre yapılmaktadır ve çeşitli hata kaynaklarına açıktır. Bu yüzden de hekim OKT çıktısını değerlendirirken karşıdan (en-face) görüntüler, temporal-superior-nazal-inferior-temporal (TSNİT) profilleri ve hastanın işlenmemiş tarama sonuçlarına bakarak veri analizinin doğru yapılıp yapılmadığını kontrol etmelidir. Muhtemel hata kaynaklarının bilinmesi bu aşamada doğru karar verilebilmesi açısından son derece önemlidir.^{5,6,7,8} Anatomik farklılıkların ve artefaktların gerçek glokom hasarından ayırt edilebilmesi ancak bu sayede mümkün olabilecektir. Farklı ırklarda retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlıkları değişim gösterebileceğinden hastanın kaydı aşamasından başlayarak bu konunun da dikkate alınması önemlidir.⁹

OKT'deki artefaktların atlanması gerçekte glokom hasarı bulunan hastaların normalmiş gibi algılanmasına yani yanlış negatif tanı koyulmasına, ya da tam tersine, glokom hastası olmayan kişilere yanlış pozitif tanı koyulmasına neden olabilmektedir. Yanlış pozitif tanı neticesinde kişiler hiç gerekmediği halde yıllarca takip ve tedavi altında kalabilmektedir. İlaçların yan etkisi ve maddi kayıpların yanı sıra körlük potansiyeli olan bir tanının koyulması hastada ciddi psikolojik sıkıntılar ortaya çıkarabilmektedir.¹⁰

Bu derleme OKT'de sık görülen ve yanlış tanı koyulmasına neden olabilen artefaktlar ile anatomik varyasyonları incelemeyi ve mümkün olan olgularda bu hataları nasıl düzeltebileceğimizi anlatmayı amaçlamaktadır. OKT görüntüleri en yaygın kullanılan Cirrus HD-OKT (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, ABD) ve Spectralis OKT (Heidelberg Engineering Inc., Heidelberg, Almanya) cihazlarına aittir.

OKT Artefaktlarının Sebep ve Mekanizmaları

Zemin Etkisi

OKT erken ve orta evre glokom olgularına kıyasla ileri evre olgularda daha az kullanışlıdır. İleri evre glokom olgularında RSLT kaybı neticesi sadece retina vasküler yapıları ve glial hücreler kalır.^{5,6} Diğer bir ifade ile bu aşamada artık OKT ile glokom progresyon analizi yapmak mümkün değildir ve takiplerde görme alanı ön plana çıkmalıdır.

Günümüzde kullanılan OKT cihazlarında, küçük bir alanda bile olsa, 30 µm'den daha düşük RSLT kalınlık değeri elde edilmez.⁵ Ölçümlerde daha düşük RSLT kalınlık değeri görülürse hekim yapılan taramayı artefakt yönünden dikkatli bir şekilde incelemelidir.

Kırmızı ve Yeşil Hastalıklar

Kırmızı ve yeşil renkler OKT üreticileri tarafından kullanılan ve normatif veri tabanı ile karşılaştırıldığında olguya ait çeşitli parametrelerin normal sınırlar içerisinde olup olmadığını gösteren renklerdir. Kırmızı hastalık herhangi bir hasar olmadığı halde cihazın ilgili grafikte hatalı olarak kırmızı renk verdiği yanlış pozitif hastalığı ifade eder.^{5,11} Yeşil hastalık ise bunun

tam tersidir, yani olguda glokom hasarı mevcut olduğu halde, yazılımın bunu normalmiş gibi algıladığı yanlış negatif tanıyı ifade eder.¹²

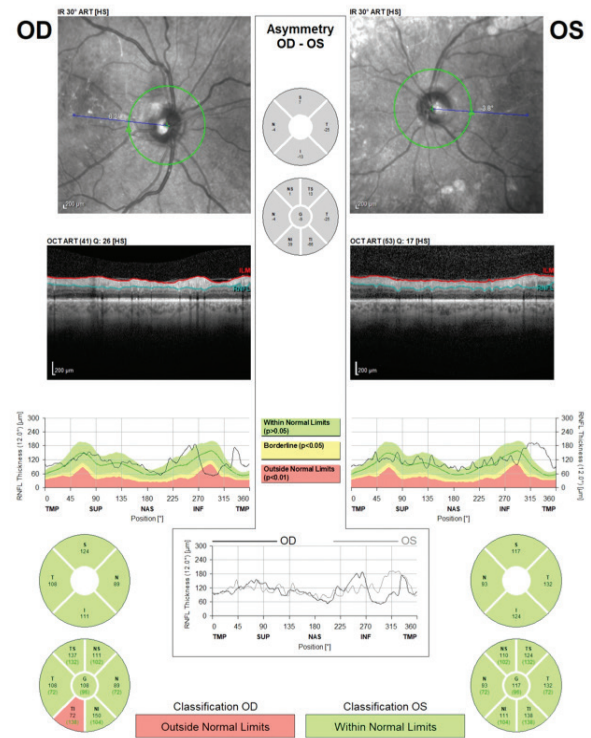
Cihaza bağlı artefaktların yanı sıra OKT çıktılarındaki kırmızı ve yeşil renklerin kullanılan normatif veri tabanından da kaynaklanabileceği unutulmamalıdır. Üreticilerin kullandığı normatif veri tabanları yüksek kırma kusurları, çocuk yaş grubu ve farklı ırkları içermediğinden, bu grup hastalarda ve farklı ırklarda sonuçlar hatalı olabilmektedir.

OKT'de Sık Karşılaşılan Artefaktlar ve Anatomik Varyasyonlar

Görüntüleme Artefaktları

Düşük Görüntü Kalitesi

Güvenilir OKT sonucu için iyi kalitede bir tarama şarttır. Görüntü kalitesini değerlendirmek için her OKT sisteminin kendi kontrol sistemi vardır. Örneğin, Cirrus HD-OKT bu amaçla "sinyal gücü" parametresini kullanır ve 6'dan daha küçük sinyal gücü değerlerinde taramanın tekrar edilmesi önerilir. Spectralis OKT cihazı da aynı amaçla kalite skoru ya da "Q" katsayısını kullanır ve 20'den düşük değerler testin tekrarını gerektirir. Kuru göz, nefelyon, katarakt gibi kırıcı ortam opasiteleri ya da fiksasyon bozukluklarında sinyal gücü düşük olabilir (Resim 1). OKT cihazının lens temizliğinin yapılmamış



Resim 1. (Spectralis OKT) Kataraktlı bir olguda sol gözde kalite skoru düşük bir tarama örneği. Kalite katsayısının (Q) sağda 26, solda 17 olduğuna dikkat ediniz. Sol göze ait RSLT profili görüntüsünde alt ve temporal bölgelerde cihaz algoritması tarafından RSLT sınırının yanlış algılanması neticesi RSLT kalınlığının olduğundan çok daha kalın olarak ölçülmesi söz konusudur

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

olması, çok kullanılmış cihazlar, tecrübesiz teknisyen durumunda da sinyal gücü düşük olabilir. Çok kullanılmış cihazlarda lenslerde kirlenme ve lazer emisyon gücünde azalma da düşük görüntü kalitesine neden olabilmektedir. Düşük tarama kalitesi RSLT kalınlığının hatalı ölçülmesine sebep olabilir.^{13,14,15}

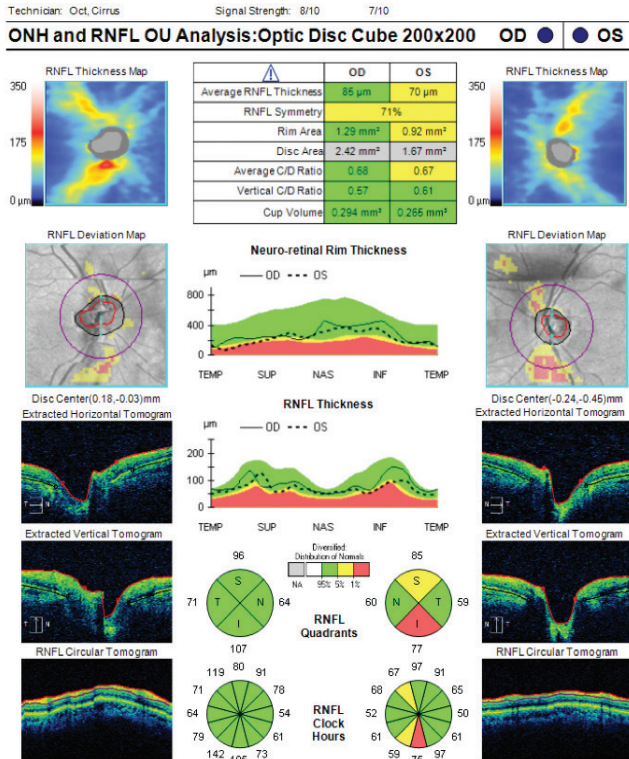
Kalite kontrol parametresinin normal değerlerde olması her şeyin yolunda olduğu anlamına gelmemelidir. Diğer muhtemel artefaktların da mutlaka dışlanması gereklidir. Bunlardan biri hareket artefaktıdır. Hareket artefaktı tarama esnasında hastanın gözünü hareket ettirmesinden kaynaklanır. Bu artefakt kendini deviasyon haritalarında ya da infrared reflektans (IR) görüntülerinde kırılmalar şeklinde belli eder (Resim 2). Bazen tarama esnasında diskin ya da makülanın iyi ortalanmamış olduğu da dikkat çekebilir. Bu durumda hastayı bilgilendirdikten sonra, gerekirse harici bir fiksasyon odağı gösterilerek test tekrar edilmelidir.

Segmentasyon Hataları

Tüm OKT sistemlerinde, hedeflenen retina tabakasının incelenilmesini mümkün kılmak için segmentasyon algoritmaları ya da tabaka arama algoritmaları bulunur. Yazılım retina tabakalarını doğru şekilde ayırt edemediğinde segmentasyon hataları ortaya çıkar. Bu durumda RSLT ya da

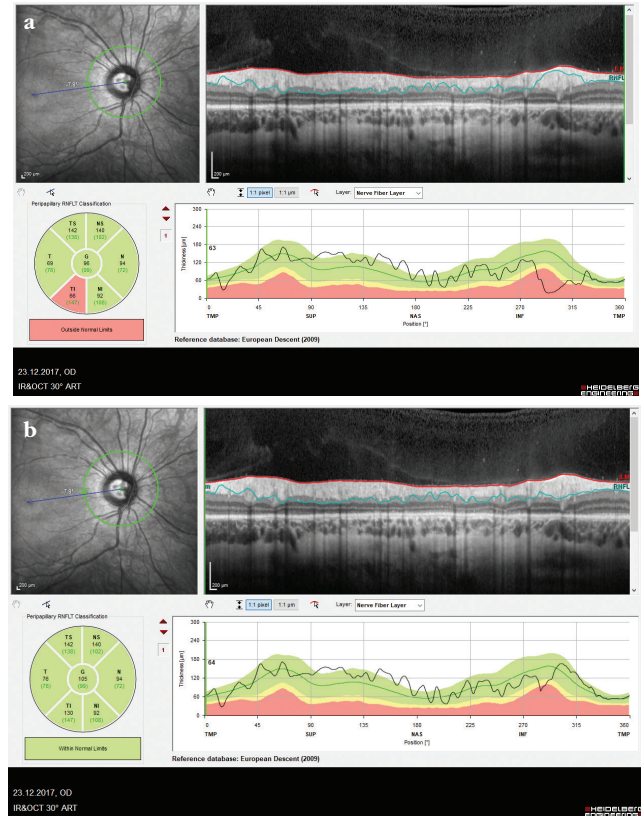
ölçümü yapılan diğer retina tabakası olduğundan kalın ya da çoğunlukla ince olarak ölçülecektir. RSLT kalınlık harita ve grafiklerinde geniş alanların kırmızı ya da yeşil, bazen de beyaz olarak işaretlendiği görülecektir (Resim 3a). RSLT sınırı cihaz ayarları üzerinden manuel olarak normal yerine kaydırıldığında RSLT kalınlığı global ve sektörel olarak normal değerlere dönecektir (Resim 3b). Çok düşük (30 µm'den daha ince) RSLT kalınlık ölçümlerinde zemin etkisi de hatırlanmalıdır.

Yüksek miyopili ve dönük diskli olgularda her iki gözde simetrik olarak nazal bölgede RSLT'de incelleme, yani kırmızı hastalık görülebilir. Bu durum miyopik olgularda RSLT demetlerinin ve vasküler yapıların temporale doğru yer değiştirmesinden kaynaklanır. Bu ölçüm hatasına aksiyel uzunluğun normalden yüksek olmasının neden olduğu magnifikasyon etkisi de katkıda bulunabilir. Miyopili olgularda sıklıkla eşlik eden peripapiller atrofi de segmentasyon hatalarının diğer bir nedenidir. Normalde 3,46 mm çapta olan peripapiller tarama halkasının geçtiği bölgeler dikkatli bir şekilde incelendiğinde kesitin peripapiller atrofi bölgesinden geçtiği görülebilir (Resim 4). Bu durumda daha geniş halka ile



Resim 2. (Cirrus HD-OKT) Sinyal gücü normal değerlerde olmasına rağmen (≥6) sağ gözün deviasyon haritasında belirgin hareket artefaktları mevcuttur (damar seyirlerindeki kırılmalara dikkat ediniz). Sol gözün RSLT deviasyon haritasında da benzer şekilde hareket artefaktları mevcuttur. Ortalama RSLT kalınlığı sağ gözde 85 µm sol gözde 70 µm değerindedir. TSNİT profili ve RSLT sınıflaması sağ gözde normal sınırlarda iken, solda bazı sektörlerde anormaldir

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi



Resim 3. (Spectralis OKT) Miyopik bir olguda infero-temporal bölgede segmentasyon artefaktı. RSLT sınırının cihaz tarafından yanlış algılanması neticesi (sağ üstteki RSLT profil görüntüsünde) yaklaşık bir sektörlük alanda RSLT kalınlığı olduğundan ince olarak ölçülmüş ve peripapiller RSLT sınıflaması aynı sektörde normal sınırların dışında olarak sınıflanmıştır (a). RSLT sınırı cihaz ayarları üzerinden manuel olarak normal yerine kaydırıldığında hem RSLT kalınlığı normal değerlere dönmekte hem de peripapiller RSLT sınıflamasında infero-temporal sektör normal olarak sınıflanmaktadır (b).

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

(Spectralis OKT cihazında olduğu gibi 4,1 mm ya da 4,7 mm) taramanın tekrar edilmesi ya da maküler bölge ve optik sinir başı incelemesinin dikkate alınması doğru olacaktır.

Myelinli sinir lifleri sıkça karşılaşılan diğer anomalilerdir. Kalın myelinli sinir lifleri glokomdan kaynaklanan RSLT kaybını gizleyebilir, segmentasyon hatalı gerçekleşebilir ve yeşil hastalık söz konusu olabilir. Bu durumda daha geniş halka çapı ile peripapiller taramanın tekrar edilmesi ya da maküler bölge ve optik sinir başı analizlerinin dikkate alınması doğru olacaktır.

Hastaya Bağlı Artefaktlar

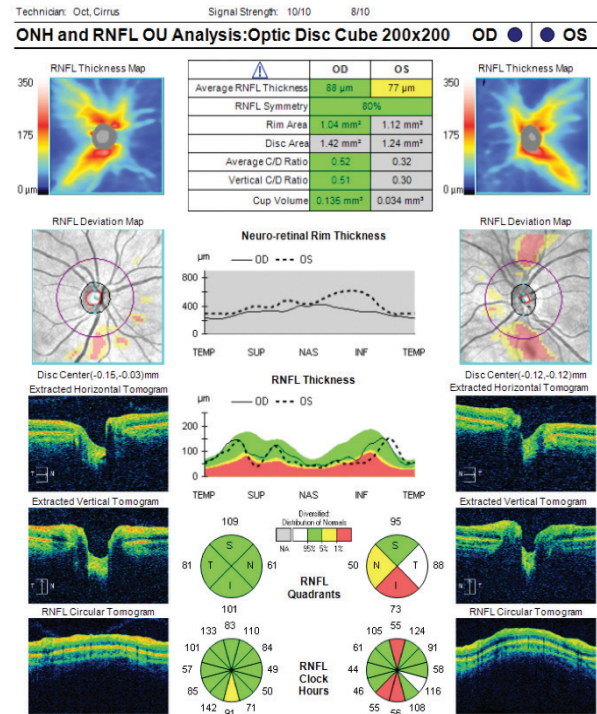
Hastaya bağlı artefaktlar hekimleri en fazla zorlayan artefaktlardır. Genç, sağlıklı ve bilinen oküler hastalığı olmayan bir olguya OKT taraması yapıldığında güvenilir bir çıktıda kırmızı alanların görülmesi sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bu hastaların bir kısmına erken glokom tanısı koyularak hemen ilaç tedavisi başlanabilmekte, diğer bir kısmı da daha ileri tetkik için başka bir merkeze yönlendirilmektedir. Her iki durumda da genç bir kişiye körlük potansiyeli olan, ömür boyu takip ve tedaviyi gerektiren bir tanı koyulmakta, ya da şüphesi oluşmaktadır. Bu süreçte hasta ve ailesine ciddi bir psikolojik yük söz konusudur. Yanlış yönlendirmelerin olmaması için göz hekimleri anatomik değişikliklerin OKT çıktılarına etkilerini iyi bilmeli ve ayırt edebilmelidirler.

Bölünmüş RSLT ve Kaymış RSLT Tepecikleri

Çoğu olguda retina gangliyon hücre uzantıları optik diskin üst ve alt kutbuna doğru birleşerek kalın RSLT demetlerini oluştururlar. Bu anatomik özellik, TSNİT grafiklerinde normatif veri tabanına göre söz konusu hastada beklenen eğride iki tepecik şeklinde gösterilir. Bazı olgularda superior ve/veya inferior RSLT demetleri optik diske ikiye ayrılmış olarak ikiye ayrı demet şeklinde giriş yaparlar. Buna bölünmüş RSLT denir.¹⁶ Bölünmüş RSLT yapısı daha sonra histopatolojik çalışmada da gösterilmiş ve bunun artefaktan öte normalin bir varyasyonu olduğu bildirilmiştir.¹⁷ OKT taramalarının yaygınlaşmasıyla bu tip görüntüler ile de sıkça karşılaşmaya başlanmıştır (Resim 5). Lokal RSLT defekti gibi görüntü vererek kırmızı

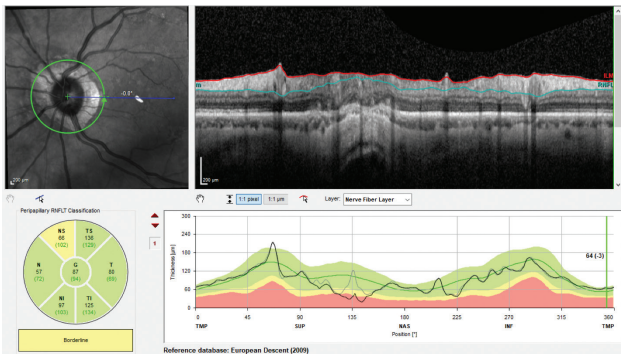
hastalığa neden olan bu durumla daha çok genç sağlıklı kişilerde karşılaşmaktadır.

Kaymış RSLT tepecikleri de ortalama RSLT kalınlık değerlerinin normal sınırlarda olduğu ancak tepecik yerleşimlerinin normatif veri tabanına göre oluşturulan TSNİT grafiklerindeki beklenen yerleşime uymaması durumudur (Resim 6). Başka bir ifade ile hastanın RSLT demetleri tamamen



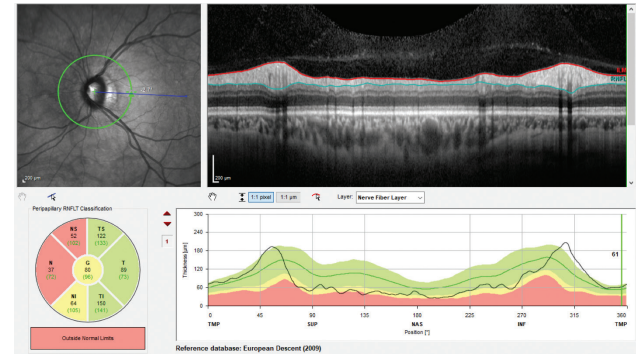
Resim 5. (Cirrus HD-OKT) Olgunun her iki gözünde superior RSLT demetinde bölünmüş RSLT defekti mevcuttur. TSNİT profilinde bakıldığında her iki gözde superior tepecikte ikiye ayrılma ve ortada çökme görülebilir. Bunun dışında her iki gözde inferior kadrantlarda, solda daha belirgin olmak üzere kaymış RSLT konfigürasyonu izlenmektedir. Ortalama RSLT kalınlıkları sağda normal sınırlarda, solda sınır değerdedir

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi



Resim 4. (Spectralis OKT) Peripapiller atrofi bulunan miyopik bir olguda supranazalde tarama halkasının atrofi bölgesinden geçmesi neticesi oluşan segmentasyon hatası. Aynı bölgede TSNİT profilinde değerlerin sıfıra yakın değerlerde olduğu ve peripapiller RSLT sınıflamasının sınırda olduğu görülmektedir

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi



Resim 6. (Spectralis OKT) Miyopik bir olguda TSNİT profilinde temporale kaymış RSLT tepecikleri nedeniyle RSLT kalınlık değerlerinin nazal sektörlerde incelmış olduğu görülmektedir. Bu durum tepecik yerleşimlerinin normatif veri tabanına göre oluşturulan TSNİT grafiklerindeki beklenen yerleşime uymamasından kaynaklanmaktadır

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

normal kalınlıkta iken demet yerleşimleri topografik olarak normalden farklı yerdendir. Hong ve ark.¹⁸ sağlıklı bireylerde RSLT tepciklerinin temporale doğru yer değıştiren kırmızı hastalık artefaktına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Hood ve ark.¹⁹ TSNİT grafiklerindeki RSLT tepcik yerleşimlerinin majör retinal damarlarla aynı bölgede olduğunu belirtmişlerdir. Kaymış RSLT bazen gözün siklotorsiyonundan da kaynaklanabilir. Bu durumu kompanse edebilmek için Spectralis OKT cihazında fovea merkezi ile disk merkezini birleştiren FoBMO (fovea ile Bruch membran açıklığı merkezini birleştiren aks) aksı mevcuttur.²⁰ TSNİT grafiğinin başlangıç ve bitiş yerleri FoBMO aksına göre hesaplanır.

Tamamen normal olan bölünmüş RSLT ve kaymış RSLT konfigürasyonlarının iyi tanınabilmesi, lokalize RSLT kaybı tanısının sağlıklı koyulabilmesi açısından oldukça önemlidir. Her iki anomalide de RSLT TSNİT profilinin dikkatle incelenmesi, optik sinir başı parametrelerinin ve maküler bölge tarama sonuçlarının normal sınırlarda olduğunu kontrol edilmesi, bu anomalilerin tanınmasında çok önemlidir. Bu iki durumun da hem superior hem de inferiorda bulunması ya da bunlardan birinde bulunması mümkündür. Bölünmüş RSLT ve kaymış RSLT anomalilerinin bir arada bulunması da mümkündür. Yeni yazılımlar sayesinde önümüzdeki dönemde bu artefaktları tanımak daha kolay olabilecektir.

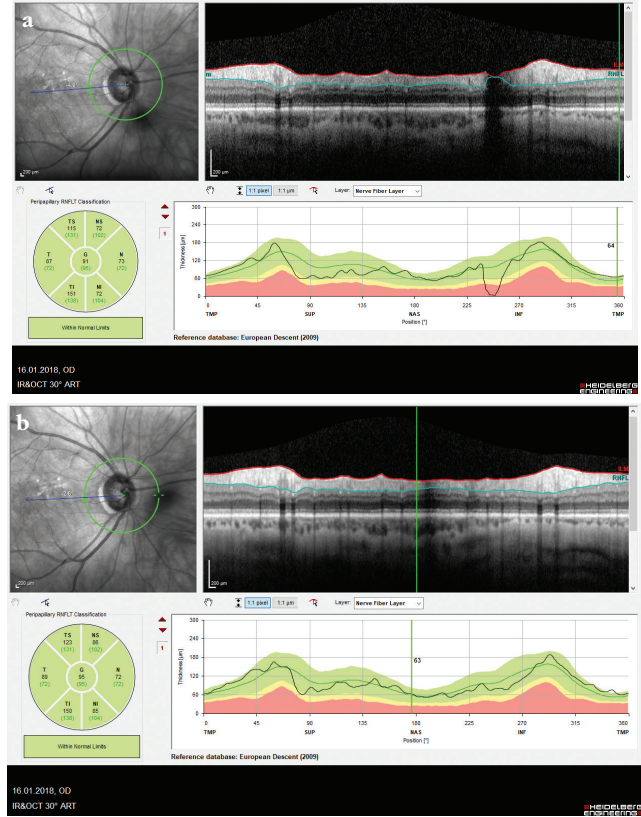
Kırıcı Ortam Opasiteleri

Weiss halkası gibi vitreus opasiteleri tarama alanına girdiğinde görüntüleme artefaktlarına ve sıklıkla kırmızı hastalığa, bazen de yeşil hastalığa yol açabilirler. Vitreus opasiteleri bazen disk merkezinin cihaz tarafından yanlış algılanıp hatalı bölgeden tarama yapılmasına da neden olabilir. Bu opasitelerin pozisyonu göz hareketleri ile değıştiğinden ardışık taramalarda zaman zaman sonuçlar etkilenip diğeri zamanlarda her şey normal olabilmektedir (Resim 7a ve 7b). Deviasyon haritası, infrared reflektans görüntüsü ve TSNİT grafiğini dikkatli şekilde inceleyerek bu artefaktları tanımak mümkündür. Hastadan gözünü sağa sola hareket ettirmesini istedikten hemen sonra yapılan taramada sonucun normale döndüğü görülebilir. Buna ilaveten katarakt, asteroid hyalozis, vitreus hemorajileri de kırıcı ortam opasitelerine neden olabilirler. Kırıcı ortam opasiteleri yaşlı hastalarda en sık görülen artefakt kaynağıdır.

Vitreo-retinal Ara Yüzey Problemleri

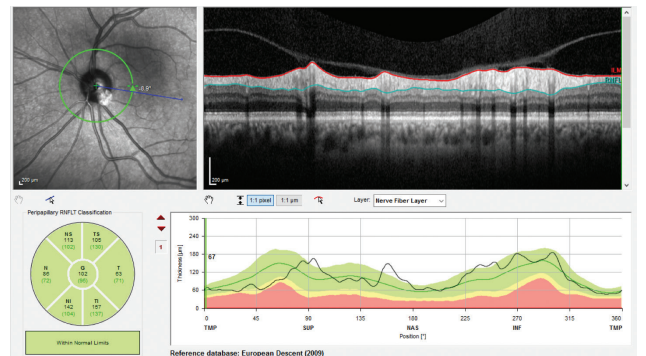
Peripapiller Vitreo-retinal Traksiyon ve Hyaloid Kalınlaşması: Vitreo-retinal traksiyon RSLT kalınlığında yalancı kalınlaşmaya yol açarak yeşil hastalık artefaktına neden olabilir (Resim 8). Bu durum sağlıklı gözlerde arka vitre dekolmanı gelişirken olabileceği gibi, ileri diyabetik retinopati gibi durumlarda da arka hyaloidin kalınlaşması neticesi RSLT kalınlığının artmış gibi ölçülmesi ile yeşil hastalık şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Böyle durumlarda segmentasyon da hatalı olabilmektedir (Resim 9a). Sektörlere bakıldığında ortalama RSLT kalınlık değerlerin beklenen ortalama değerlerin çok üzerinde olduğu görülebilir. Optik disk incelendiğinde belirgin glomatöz değışim görülebilir (Resim 9b). Görme alanı testi

de glomatöz görme alanı kaybını ortaya koyabilir (Resim 9c). Vitreus retinadan tamamen ayrıldığında RSLT kalınlığı belirgin şekilde azalır ve gerçek değerleri görme şansımız olur.

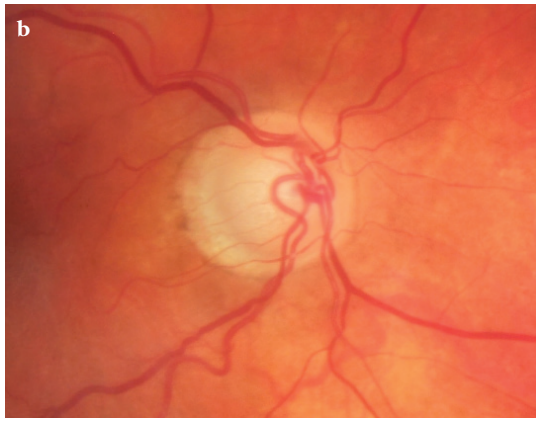
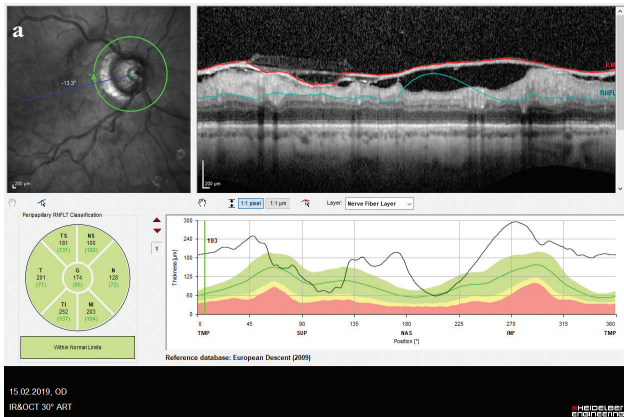


Resim 7. (Spectralis OKT) Sağ optik diskte infero-nazalde lazer tarama bölgesine denk gelen Weiss halkası aynı bölgede gölgelenmeye bağlı olarak segmentasyon artefaktına neden olmaktadır. TSNİT profiline bakıldığında bu bölgede RSLT kalınlığı sıfır değerindedir (a). Hasta gözünü hareket ettirdiğinde Weiss halkası da yer değıştirmiş ve cihazın algortiması infero-nazalde segmentasyonu doğru şekilde yapmıştır. Nazaldeki Weiss halkası segmentasyonu bozmayan minimal gölgelenme yapmaktadır (b)

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi



Resim 8. (Spectralis OKT) Oküler hipertansiyon nedeniyle takip edilmekte olan hastada RSLT profilinde vitreo-retinal ara yüzeye bakıldığında bazı bölgelerde belirgin vitreo-retinal traksiyon olduğu görülmektedir. TSNİT profiline bakıldığında supero-nazal bölgede belli alanlarda RSLT kalınlığının beklenen normal değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Peripapiller RSLT sınıflamasında çoğu sektörün ortalama değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

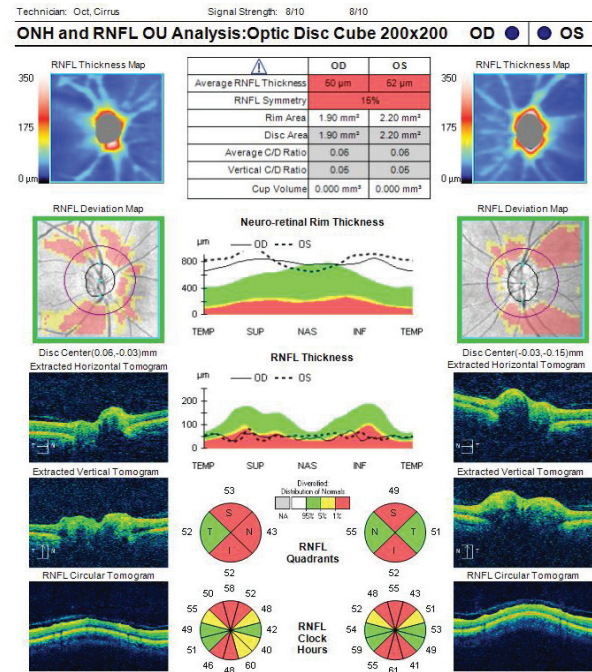


Resim 9. (Spectralis OKT) Belirgin ILM kalınlaşması olan hastada segmentasyon tamamen bozulmuştur. Peripapiller RSLT sınıflaması tüm sektörlerde normal sınırlarda görünmekte ve sektörlerle bakıldığında ortalama RSLT kalınlık değerlerin beklenen ortalama değerlerin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Aynı durum TSNIT profilinde de görülmektedir (a). Disk fotoğrafında belirgin glaukmatöz çukurlaşma ve peripapiller atrofi görülmektedir (b). Aynı gözde belirgin glaukmatöz görme alanı kaybı mevcuttur (c). OKT RSLT sınıflamasının tüm sektörlerde normal sınırlarda gibi görüldüğüne dikkat ediniz

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

Optik Sinir Başı Druzeni

Optik sinir başı druzeni bulunan olgularda tarama kalite skoru normal sınırlardadır ve artefakt görülmez (Resim 10). Disk çapı normal büyüklükte olmasına rağmen çukurluk alan ya da hacminin çok küçük olması ya da 0 değerinde olması önemli bir ipucudur. Optik sinir başı ölçümlerinde nöroretinal rim kalınlığının normal değerlerin üzerinde olduğu dikkati



Resim 10. (Cirrus HD-OCT) Optik sinir başı druzeni bulunan hastada tarama kalite skoru normal sınırlardadır. Disk çapı normal büyüklükte olmasına rağmen çukurluk hacminin 0 değerinde olduğu dikkati çekmektedir. RSLT kalınlığında belirgin incelleme olmasına rağmen optik sinir başı ölçümlerinde nöroretinal rim kalınlığının normal değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

çeker. Glaukmatöz hasarın tespitinde RSLT ölçümlerinin yanı sıra maküler bölge taramaları ve görme alanı testi de tanıyı koymamızı kolaylaştırır. Böyle olgularda glaukoma şüphesi ya da glaukoma tanısı varsa progresyon analizlerine başvurulabilir ancak burada optik disk druzeninin kendisinin de RSLT ve görme alanında glaukoma benzer ilerleyici kayıplara neden olabileceği unutulmamalıdır.^{21,22} Disk druzeninin tanısına yönelik diğer testlere de başvurulmasında yarar vardır.

Büyük Disk

Optik sinir başının aşırı büyük olduğu durumlarda peripapiller RSLT tarama halkası disk kenarına çok yakından geçeceği için hatalı sonuç elde edilebilecektir. Böyle disklere tilted disk ve peripapiller atrofi gibi başka anomalilerin de eşlik edebileceği unutulmamalı ve takiplerde mümkün olduğunca makula taraması ve görme alanı testi tercih edilmelidir.

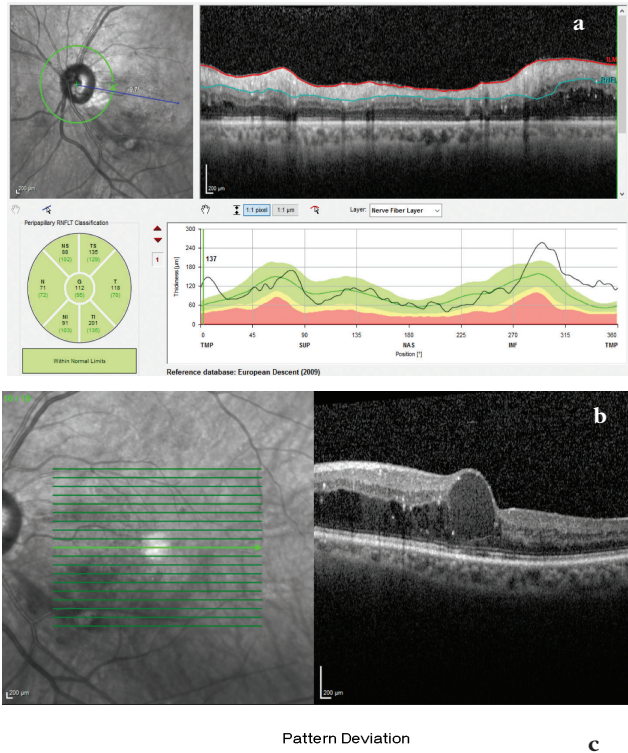
Koryoretinal Skar

Özellikle diske yakın yerleşimli olan koryoretinal skarlar lezyonun büyüklüğüne göre RSL

sektörlerdeki inceltme şeklinde de karşımıza çıkabilir. Hastanın RSLT kalınlığı çok yüksek değerde olduğundan, glokom hasarı gelişmiş bölgelerde de normatif veri tabanına göre sınıflama yeşil olarak gerçekleşecektir. Bu durumda progresyon analizlerinin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Böyle olguları yeşilken progresyon olarak tanımlamak mümkündür.

Üveitik olgularda RSLT ödemeine bağılı olarak kalınlaşma olduğundan, ölçümlerde yüksek değerler elde edilebilir. Bu da glokoma bağılı RSLT incelmelerini maskeleyebilir.²³

Diyabetik maküla ödeminde, hastada glomatöz hasar olduğu halde retinal ödeme bağılı olarak RSLT kalınlığı yüksek değerlerde ölçülebilir (Resim 11a) ve sektörlerdeki yeşil



Resim 11. (Spectralis OKT) Diyabetik retinopati ve maküla ödemi olan bir glokom hastasında peripapiller RSLT sınıflama grafiğinde tüm sektörler yeşil olarak sınıflandırılmıştır. TSNİT profiline bakıldığında infero-temporal, temporal ve supero-temporalde kalınlık eğrisinin normal sınırların üstünde olduğu görülmektedir (a). Maküla OKT analizinde diyabetik maküla ödemi görülmektedir (b). Santral 24-2 görme alanı tetkikinde glomatöz üst arkuat defekt mevcuttur (c). Olguda OKT RSLT tetkikinde sektör sınıflamalarının tamamen normal sınırlarda olduğuna dikkat ediniz

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

sınıflama nedeniyle glokom hasarı gizlenebilir. OKT ile maküla taraması diyabetik maküla ödeminin tespit etmemize yardımcı olur (Resim 11b). Yapısal testlerin fazla bilgi veremeyeceği böyle bir durumda görme alanı testi glomatöz hasarı görmemizi sağlayabilir (Resim 11c).

Yaşa bağılı maküla dejenerasyonunda retina ödemi üveitik ve diyabetik olgularda olduğu gibi yeşil hastalık sebebi olabilir.

Epiretinal membranlar da RSLT ölçümlerinin kalın olarak alınmasına ve yeşil hastalığa neden olabilir.

Peripapiller retinoskiziste RSLT kalınlığında geçici bir artış söz konusudur (Resim 12).^{24,25} Retinoskizisin rezolüsyonu sonrasında değerler normale döner. Peripapiller retinoskizis glokom birlikteliğinin sık olduğu unutulmamalıdır.

Cerrahi geçirmiş olgularda postoperatif düşük GİB değerlerinde de RSLT kalınlaşmış gibi algılanabilir. Progresyon analizi yaparken bu husus dikkate alınmalıdır.

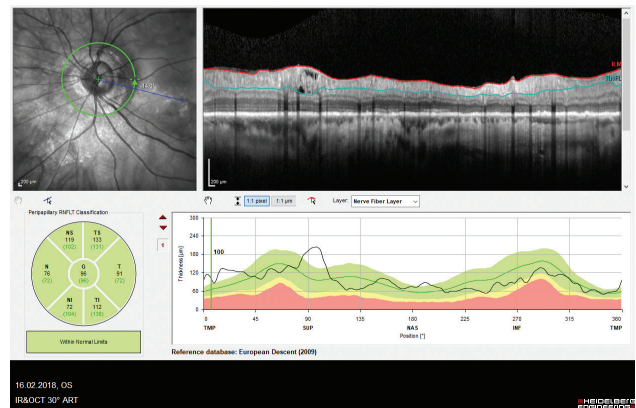
Artefaktların Atlanmaması İçin Nelere Dikkat Edilmelidir?

Çıktının Bütününe ve Gerekirse İşlenmemiş Verilere Bakılmalıdır

Çoğu zaman çıktının tamamına bakılmadan yorum yapılmaktadır. Yoğun tempo ile çalışırken hekim genelde renkli harita ve grafiklere bakarak yorum yapar. Çıktının tamamına ve şüpheli olgularda işlenmemiş veriye bakıldığında yukarıda bahsedilen artefaktları yakalamak mümkündür. Artefakt yakalandığı zaman da bunun lokalize bir artefakt mı olduğu yoksa testi genel haliyle etkileyen bir artefakt mı olduğuna karar verilmeli, buna göre gerekirse test tekrar edilmelidir. Katarakta bağılı artefaktlarda olduğu gibi, bazı artefaktların test tekrarı ile düzelmesi mümkün değildir.

Çıktı Verileri ile Hastanın Klinik Durumu Arasında Tutarlılık Olmalıdır

Bazen hastanın klinik bulguları her şeyi söyler. Örneğin hastada ileri glokom hasarı olduğunu çok iyi bildiğimiz halde OKT çıktısında bütün kadrın ve sektörler yeşil renkte olabildiği



Resim 12. (Spectralis OKT) Miyopik bir olguda superior kadranda peripapiller retinoskizis görüntümü (sağ üstteki RSLT profil görüntüsüne bakınız). TSNİT profilinde retinoskizis bölgesine uyan lokasyonda RSLT kalınlık eğrisinin beklenen değerlerin çok üzerinde olduğuna dikkat ediniz

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OKT: Optik koherens tomografi

gibi, bunun tam tersi ile de karşılaşmak mümkündür. Çıktının detaylı incelenmesi ve cihazdaki işlenmemiş verinin incelenmesi ile OKT'deki bu görüntünün artefakta bağlı olduğu anlaşılır.

Majör Artefaktları Ayırt Edebilmeleri için Teknisyenler Eğitilmelidir

Tarama esnasında gerek cihaz ayarlarından kaynaklanan, gerekse hastaya bağlı olan artefaktların büyük kısmını iyi eğitilmiş bir teknisyen fark eder ve altta yatan nedeni düzelttikten sonra testi tekrar eder. Bu şekilde zaman ve emek kaybının önüne geçilmiş olur.

Hastada Eşlik Eden Diğer Oküler Hastalıklar Dikkate Alınmalıdır

Diyabetik maküla ödemi, üveitik kistoid maküla ödemi, epiretinal membran, yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, postoperatif olgularda hipotoniye bağlı maküla ödemi gibi oküler bozuklukların OKT sonuçlarını doğrudan etkileyebileceği unutulmamalıdır.

Tek Test Sonucuna ve Tek Bölge Taramasına Göre Tanı Koyulmamalıdır

Her testte artefakt olabileceği ihtimali göz önünde bulundurulmalı ve takip ve tedavi ile ilgili önemli kararlar tek çıktı ve tek bölge taraması üzerinden verilmemelidir. Optik disk, RSLT ve maküla analizlerinin birbirleri ile tutarlı olduğuna da dikkat edilmelidir.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu ve editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: A.B., A.A., Konsept: A.B., A.A., Literatür Arama: A.B., A.A., Yazan: A.B., A.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Stein JD, Talwar N, Laverne AM, Nan B, Lichter PR. Trends in use of ancillary glaucoma tests for patients with open-angle glaucoma from 2001 to 2009. *Ophthalmology*. 2012;119:748-758.
2. Gabriele ML, Wollstein G, Ishikawa H, Kagemann L, Xu J, Folio LS, Schuman JS. Optical coherence tomography: history, current status, and laboratory work. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52:2425-2436.
3. Dong ZM, Wollstein G, Schuman JS. Clinical utility of optical coherence tomography in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:556-567.
4. Güngör SG, Akman A. Are all retinal nerve fiber layer defects on optic coherence tomography glaucomatous? *Türk J Ophthalmol*. 2017;47:267-273.
5. Asrani S, Essaid L, Alder BD, Santiago-Turla C. Artifacts in spectral-domain optical coherence tomography measurements in glaucoma. *JAMA Ophthalmol*. 2014;132:396-402.

6. Asrani S. Pitfalls in optical coherence tomography imaging. *Glaucoma Today*. 2016;(May/June):39-43.
7. Lee SY, Kwon HJ, Bae HW, Seo SJ, Lee YH, Hong S, Seong GJ, Kim CY. Frequency, type and cause of artifacts in swept-source and cirrus HD optical coherence tomography in cases of glaucoma and suspected glaucoma. *Curr Eye Res*. 2016;41:957-964.
8. Liu Y, Simavli H, Que CJ, Rizzo JL, Tsikata E, Maurer R, Chen TC. Patient characteristics associated with artifacts in spectralis optical coherence tomography imaging of the retinal nerve fiber layer in glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2015;159:565-576.
9. Kostanyan T, Sung KR, Schuman JS, Ling Y, Lucy KA, Bilonick RA, Ishikawa H, Kagemann L, Lee JY, Wollstein G. Glaucoma Structural and Functional Progression in American and Korean Cohorts. *Ophthalmology*. 2016;123:783-788.
10. Tastan S, Iyigun E, Bayer A, Acikel C. Anxiety, depression, and quality of life in Turkish patients with glaucoma. *Psychol Rep*. 2010;106:343-357.
11. Chong GT, Lee RK. Glaucoma versus red disease: imaging and glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012;23:79-88.
12. Sayed MS, Margolis M, Lee RK. Green disease in optical coherence tomography diagnosis of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017;28:139-153.
13. Rao HL, Addepalli UK, Yadav RK, Senthil S, Choudhari NS, Garudadri CS. Effect of scan quality on diagnostic accuracy of spectral-domain optical coherence tomography in glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2014;157:719-727.
14. Huang J, Liu X, Wu Z, Sadda S. Image quality affects macular and retinal nerve fiber layer thickness measurements on fourier-domain optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011;42:216-221.
15. Russell DJ, Fallah S, Loer CJ, Riffenburgh RH. A comprehensive model for correcting RNFL readings of varying signal strengths in cirrus optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55:7297-7302.
16. Colen TP, Lemij HG. Prevalence of split nerve fiber layer bundles in healthy eyes imaged with scanning laser polarimetry. *Ophthalmology*. 2001;108:151-156.
17. Kaliner E, Cohen MJ, Miron H, Kogan M, Blumenthal EZ. Retinal nerve fiber layer split bundles are true anatomic variants. *Ophthalmology*. 2007;114:2259-2264.
18. Hong SW, Ahn MD, Kang SH, Im SK. Analysis of peripapillary retinal nerve fiber distribution in normal young adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51:3515-3523.
19. Hood DC, Salant JA, Arthur SN, Ritch R, Liebmann JM. The location of the inferior and superior temporal blood vessels and interindividual variability of the retinal nerve fiber layer thickness. *J Glaucoma*. 2010;19:158-166.
20. Bayer A. Interpretation of imaging data from Spectralis OCT. Akman A, Bayer A, Nouri-Mahdavi K. *Optical Coherence Tomography in Glaucoma* (1st ed). Cham; Switzerland; Springer Nature; 2018;6:55-76.
21. Savino PJ, Glaser JS, Rosenberg MA. A clinical analysis of pseudopapilledema. II. Visual field defects. *Arch Ophthalmol*. 1979;97:71-75.
22. Roh S, Noecker RJ, Schuman JS, Hedges TR, Weiter JJ, Mattox C. Effect of optic nerve head drusen on nerve fiber layer thickness. *Ophthalmology*. 1998;105:878-885.
23. Moore DB, Jaffe GJ, Asrani S. Retinal nerve fiber layer thickness measurements: uveitis, a major confounding factor. *Ophthalmology*. 2015;122:511-517.
24. Hwang YH, Kim YY, Kim HK, Sohn YH. Effect of peripapillary retinoschisis on retinal nerve fibre layer thickness measurement in glaucomatous eyes. *Br J Ophthalmol*. 2014;98:669-674.
25. Bayraktar S, Cebeci Z, Kabaalioglu M, Ciloglu S, Kir N, Izgi B. Peripapillary retinoschisis in glaucoma patients. *J Ophthalmol*. 2016;2016:1612720.