



Glokomda Optik Koherens Tomografi Anjiyografi

Optical Coherence Tomography Angiography in Glaucoma

© Gábor Holló

Semmelweis Üniversitesi, Oftalmoloji Anabilim Dalı, Glokom ve Perimetri Birimi, Budapeşte, Macaristan

Öz

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA), optik sinir başı ve retinal perfüzyonun noninvazif değerlendirilmesi ve ölçümü için geliştirilen farklı OKT tabanlı teknolojileri içerir. Şu anda klinik olarak en kabul gören yaklaşım, hareket eden eritrositleri tespit eden ve diğer tüm bilgileri dışlayan bölünmüş spektrum genlik dekorelasyon algoritmasına (split spectrum amplitude decorrelation algorithm) dayanmaktadır. OKTA'nın klinik olarak yararlı olduğu iki ana klinik alan, maküler retina (örneğin; maküla dejenerasyonu ve diyabetik maküla hastalığı) ve glokomun araştırılmasıdır. Glokom için ilgi alanları arasında optik sinir başı ve retina sinir lifi tabakasında peripapiller retinanın perfüzyonu ve yüzeysel perifoveal maküla damarlanması sayılabilir. Bu derlemede, OKTA'nın glokomdaki en önemli güncel ve olası gelecek uygulamaları kapsamlı bir şekilde özetlenmektedir, ancak nonglokomatöz optik sinir başı veya peripapiller ve maküler hastalıklar ele alınmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Glokom, OKTA, optik koherens tomografi anjiyografi, perfüzyon, peripapiller retina sinir lifi tabakası, maküla

Abstract

Optical coherence tomography angiography (OCTA) comprises different OCT-based technologies developed for non-invasive assessment and measurement of optic nerve head and retinal perfusion. Currently the most clinically established approach is based on the split spectrum amplitude decorrelation algorithm, which detects moving red blood cells and eliminates all other information. The two main clinical fields in which OCTA offers clinically useful information are investigation of the macular retina (e.g. in macular degeneration and diabetic macular disease) and glaucoma. For glaucoma, the optic nerve head and the peripapillary retinal perfusion in the retinal nerve fiber layer, and the superficial perifoveal macular vasculature are the areas of interest. This review provides a comprehensive summary of the most important current and potential future applications of OCTA in glaucoma, but it does not address the nonglaucomatous optic nerve head or peripapillary and macular diseases.

Keywords: Glaucoma, OCTA, optical coherence tomography angiography, perfusion, peripapillary retinal nerve fiber layer, macula

Optik Koherens Tomografi Anjiyografi Nedir?

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) çeşitli OKT tabanlı teknolojilerden meydana gelmektedir.¹ Bu yöntemlerin hepsi ile farklı retina tabakalarında perfüzyonun ayrı ayrı noninvazif değerlendirilmesi veya iris ve korneal neovaskülarizasyonun değerlendirilmesi ve bleb vaskülaritesinin filtrelenmesi mümkündür. Farklı üreticilerin (Optovue, Zeiss, Heidelberg, Topcon, Nidek ve Canon) çeşitli cihazları şu anda klinik uygulamada kullanılmaktadır. Bu sistemlerin hepsi ile perfüzyon görüntüleri elde edilebilir, ancak şu anda tüm cihazlar ve yazılım versiyonları ile yapılan ölçümler objektif değildir. Teknik farklılıklardan dolayı, farklı cihaz sistemleri arasında

parametre ve ölçüm değerlerini dönüştürmenin mümkün olmadığını belirtmek gerekir.

Bu derlemede yer verilen veriler ve sunulan görüntüler en yaygın olarak kullanılan OKTA sistemi Angiovue OKT ile (Optovue Inc., Fremont, CA, ABD) elde edilmiştir, ancak başlıca bulgular diğer OKTA cihazları için de geçerlidir. Angiovue OKT'de, ölçüm prensibi, bölünmüş spektrum genlik dekorelasyon algoritmasına (SSADA) dayanır.¹ Bu algoritma, kırmızı kan hücresi hareketini, hareket yönünden bağımsız olarak algılar. Aynı zamanda, tüm değişmeyen (yapısal) veriler yazılım tarafından çıkartılır. Bu nedenle, flöresein anjiyografinin aksine, OKTA'daki veriler plazma yerine kırmızı kan hücrelerinden

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Gabor Hollo, Semmelweis Üniversitesi, Oftalmoloji Anabilim Dalı, Glokom ve Perimetri Birimi, Budapeşte,

Macaristan Tel.: +90 212 801 44 36 E-posta: hollo.gabor@med.semmelweis-univ.hu

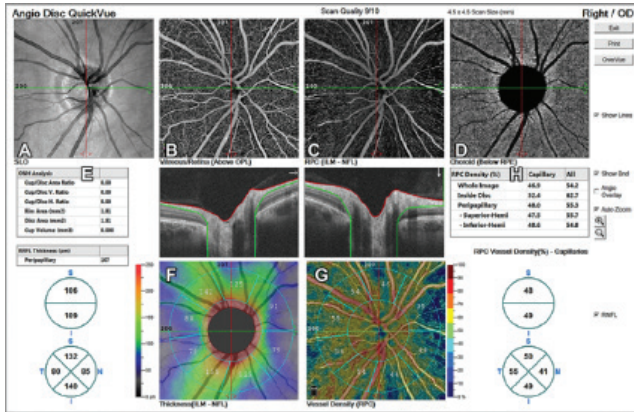
Geliş Tarihi/Received: 20.06.2018 **Kabul Tarihi/Accepted:** 28.06.2018

©Telif Hakkı 2018 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

elde edilmektedir. OKTA'da "perfüze olmayan" alanlar mutlaka damar bulunmadığı veya damarın tıkalı olduğu veya kılcak plazma perfüzyonunun olmadığı anlamına gelmez; sadece görüntü alınırken "perfüze olmayan" alanlarda hareketli hiç kırmızı kan hücresi bulunmadığı anlamına gelir. Hem araştırmalar için hem de glokom kliniğinde, en önemli bilgi veren parametreler, peripapiller retina sinir lifi tabakasında (RSLT) peripapiller damar yoğunluğu (anjiyoflow damar yoğunluğu) (Şekil 1 ve 2) ve maküladaki yüzeyel perifoveal damar yoğunluğudur (Şekil 3).¹ Damar yoğunluğu, araştırılan retina tabakasında incelenen alanın veya önceden belirlenmiş sektörlerinin yüzdesi olarak ifade edilen perfüze olan alandır.^{1,2} Disk alanının OKTA'sı çoğu sistemde teknik olarak mevcuttur, ancak büyük damarların varlığı ve optik sinir başı üç boyutlu yapısının değişkenliği ve karmaşıklığı ölçülen değerlerin yorumlanmasını zorlaştırır. Sonuçları doğru bir şekilde yorumlamak için, hem OKTA görüntüsü hem de karşılık gelen yapısal görüntü (OKT görüntüsü ile karşı karşıya) kullanılmalıdır (Şekil 1 ve 2).^{3,4} En gelişmiş sistemlerde, kılcak damar yoğunluğu ve tüm damar yoğunluğu, her bir retina tabakası için ayrı ayrı ölçülür.^{5,6}

Optik Koherens Tomografi Anjiyografi Ölçümleri Güvenilir midir?

Retinal perfüzyon otoregüle edilmektedir, ancak açık açılı glokomda vasküler disfonksiyon yaygındır.⁷ Ayrıca, yaşlı glokom hasta popülasyonunda sıklıkla görüldüğü gibi, sistemik kan basıncı ve diğer sistemik parametreler takipler arasında farklılık gösterebilir. Bu nedenle, peripapiller RSLT ve yüzeyel perifoveal maküler tabakada damar yoğunluğu ölçümlerinin kısa ve uzun aralıklarla yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliği birçok grup

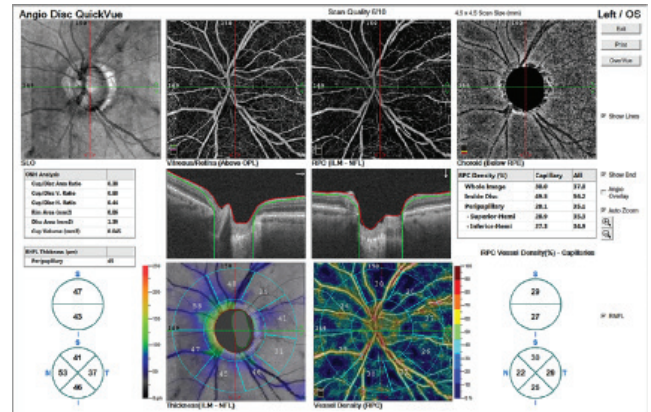


Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tüm hakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 1. Optovue optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) sistemi ile sağlıklı bir gözün peripapiller OKTA değerlendirilmesi. A) Ölçüm alanının tarayıcı lazer oftalmoskopi görüntüsü. B) Vitreus-retina perfüzyon haritası. C) Retinal sinir lifi tabakasına karşılık gelen radyal peripapiller kapiller tabakanın perfüzyon haritası. D) Koroid seviyesine ait perfüzyon haritası. E) Optik sinir başı ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı ölçüm sonuçları. F) Renk kodlu retina sinir lifi tabakası kalınlığı görüntüsü. G) Renk kodlu damar yoğunluğu haritası ve radyal peripapiller kapiller tabakadaki bölümleri. H) Radyal peripapiller kapiller damar tabakasında peripapiller alanın çeşitli bölümleri için kapiller ve tüm damarların yoğunluk değerleri

RNFL: Retina sinir lifi tabakası, OD: Sağ göz, ILM: İnternal limitan membrane, NFL: Sinir lif katmanı

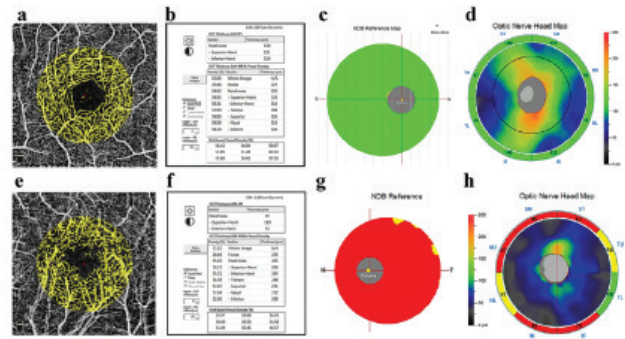
tarafından araştırılmıştır.^{3,8,9} Genel olarak, her iki parametre de, görüntü kalitesi yüksek olduğu için, hem normal hem de glokomatöz gözlerde yüksek tekrarlanabilirlik ve uzun süreli yeniden üretilebilirlik göstermektedir. Yeniden üretilebilirlik çalışmamızda, peripapiller damar yoğunluğu ölçümlerinin uzun dönem yeniden üretilebilirliğinin %4'ün altında olduğu bulundu.³ Farklı bir çalışmada izlemler arasında yüzeyel perifoveal maküler damar yoğunluğunun yeniden üretilebilirliğinin %9'dan düşük olduğu bildirilmiştir.⁹ Biz ve diğerleri, peripapiller damar yoğunluğu ölçümlerinin uzun dönem tekrarlanabilirliği, RSLT kalınlığından bağımsız olduğunu, dolayısıyla yeniden üretilebilirliğin sağlıklı, erken ve ileri evre glokomatöz gözlerde benzer olduğunu göstermiştir.^{3,8} Bir başka önemli soru da peripapiller damar yoğunluğu değerlerinin peripapiller RSLT kalınlığının perfüzyonunu yansıtıp yansıtmadığıdır. Biz ve diğer gruplar tarafından, damar yoğunluğu ve glokomatöz hasar arasında tutarlı olarak güçlü bir ilişki olduğunu bildirilmiştir ve bu ilişki glokom hastalığının geniş şiddet spektrumu için geçerlidir.^{3,10,11}



Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tüm hakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 2. İleri evre glokom hasarı olan göze ait peripapiller optik koherens tomografi anjiyografi raporu

NFL: Sinir lifi tabakası, OS: Sol göz, ILM: İnternal limitan membrane



Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tüm hakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 3. Sağlıklı bir göz (A-D) ve ileri evre glokomlu bir gözde (E-H) yüzeyel perifoveal maküler damar yoğunluğu ve buna karşılık gelen maküler iç retina kalınlığı ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı. A ve E: Renk kodlu perfüzyon haritaları, B ve F: Damar yoğunluğu ölçüm değerleri, C ve G: Maküler iç retina kalınlık haritaları, D ve H: Retina sinir lifi tabakası kalınlığı haritaları

Damar Yoğunluğu Ölçümleri Glokom Tanısı için Kullanılabilir mi?

Kullanılan bazı cihaz ve yazılımlar ile, açık açılı glokom ve normal gözler peripapiller damar yoğunluğu veya yüzeysel perifoveal maküler damar yoğunluğu ölçümleri kullanılarak RSLT kalınlığından daha iyi şekilde birbirinden ayırt edilebilmektedir.¹² Ancak, farklı cihazların ölçüm doğruluğu önemli ölçüde değişmektedir.^{12,13,14,15,16,17} Şu anda mevcut birebir karşılaştırma çalışması bulunmamaktadır. Angiovue OKT sistemi kullanılarak, perimetrik açık açılı glokomlu gözler ile normal gözler peripapiller damar yoğunluğu kullanılarak RSLT kalınlığından daha güçlü şekilde ayırt edilebilir,¹² ancak açılı kapanması glokomlu gözlerin normal gözlerden ayırt edilmesi için bunun tersi söz konusudur.¹⁵ Bu derlemede ileride yer verilen diğer sonuçlarla birlikte bu sonuç, açık açılı glokomun gelişiminde vasküler disregülasyon genellikle rol oynadığı için hastalığın erken tanısında damar yoğunluğu ölçümlerinin avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir; aksine, açılı kapanması glokomunda göz içi basıncının yükselmesi patofizyolojide başlıca veya tek başına rol oynadığı için yapısal parametreler daha iyi sonuç vermektedir.

Lokalize RSLT demeti defektlerinin, erken ve preperimetrik açık açılı glokomda bile, lokalize peripapiller damar yoğunluğu azalması (Şekil 4) ile spasyal olarak ilişkili olduğu gösterilmiştir.⁴ Peripapiller damar yoğunluğunda azalma ve derin lamina kribroza defektleri arasındaki güçlü spasyal uyuma da ayrıca doğrulanmıştır.¹⁸

Optik Koherens Tomografi Anjiyografi ile Yapı-Fonksiyon İlişkisi

OKTA'da, "yapı-fonksiyon ilişkisi" aslında "fonksiyon-fonksiyon ilişkisi"; lokalize ve genel OKTA parametreleri spasyal olarak karşılık gelen görme alanı duyarlılığı veya hasar değerleri ile ilişkilidir. Ancak, bu değerlendirmelerin en ilginç kısmı, yapısal parametrelerin (RSLT kalınlığı, sektör RSLT kalınlığı, iç maküler retina kalınlığı ve yarı-alanları) analize dahil edilmesidir. Genel olarak, Humphrey ve Octopus perimetri sistemlerinde peripapiller, tüm görüntü ve maküler damar yoğunluğu parametreleri ile karşılık gelen görme alanı hasarları arasında güçlü bir negatif ilişki bulunmuştur.^{19,20,21} Primer açık açılı glokomda, özellikle superotemporal ve inferotemporal peripapiller damar yoğunluğu ve spasyal olarak karşılık gelen

görme alanı bölgeleri arasındaki ilişkinin özellikle güçlü olması ilgi çekicidir ve bu ilişki spasyal olarak karşılık gelen RSLT kalınlığı için olan ilişkiden anlamlı derecede daha güçlü olabilmektedir.^{19,20} Bu sonuçlar, glokomatöz RSLT kaybının erken görüldüğü ve hızla ilerlediği, özellikle alt ve üst temporal peripapiller bölgelerdeki vasküler disregülasyonun, primer açık açılı glokomun gelişiminde ve ilerlemesinde nedensel rolünü vurgulayan patofizyolojik hipotezi desteklemektedir.⁷

Octopus perimetri ortalama parasantral görme alanı defekt değerleri ile temporal peripapiller damar yoğunluğu değerleri arasında güçlü bir ilişki bulunması da ilginçtir.²² Temporal peripapiller alan (papillomaküler RSLT demeti), glokomun en son evrelerine kadar incelmeyen, RSLT'nin özellikle stabil bir bölümü olarak kabul edilmektedir. Ancak, perfüzyon-fonksiyonu ilişkisi, bir miktar hafif vasküler disfonksiyon veya hasarın papillomaküler alanda daha önce düşünülenenden çok daha erken başlayabileceğini düşündürmektedir. Yakın zamanda, Humphrey perimetresinde yüzeysel perifoveal maküler damar yoğunluğu ve santral 10 derece görme alanının ortalama duyarlılığı arasında benzer bir ilişki olduğu bildirilmiştir²³ ve glokomda merkezi görme alanı defektlerinin varlığı ile foveanın avasküler bölgesinin artan boyutu arasında bir ilişki olduğu bulunmuştur.²⁴

Miyopi ve Peripapiller Damar Yoğunluğu

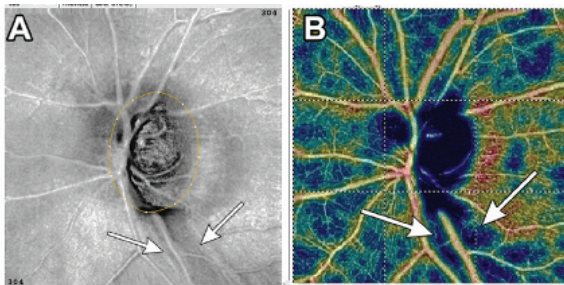
RSLT kalınlığı ölçümleri miyopi ve atipik optik sinir başı morfolojisinden etkilendiği için, miyopik gözlerde damar yoğunluğu ölçümlerinin klinik uygulanabilirliğini araştırmak önemliydi.^{25,26,27} Bugüne kadar az sayıda çalışma bu sorunu ele almıştır. Yüksek miyopili glokomda, görme alanı ve peripapiller damar yoğunluğu arasındaki bölgesel ilişki, karşılık gelen RNFL kalınlığı ile olan ilişkiden önemli ölçüde daha güçlüdür.²⁵ Peripapiller damar yoğunluğu, glokom olmayan miyop gözlerde normal gözlerden daha düşüktür ve miyopik glokomda daha da azalır.²⁶ RSLT kalınlığına benzer şekilde, disk torsiyonu olan miyopide perifoveal perfüzyon bozulur.²⁷ Nitekim miyopik glokomda OKTA ile yapısal OKT parametrelerinden daha iyi tanınal doğruluğa ulaşmayı beklememeliyiz.

Optik Koherens Tomografi Anjiyografide Görüntü Kalitesi ve Artefaktlar

Yapısal OKT ölçümlerine benzer şekilde, OKTA görüntü artefaktlarından ciddi şekilde etkilenmektedir ve bu artefaktların en sık nedeni vitreusta yüzen partiküllerdir. Glokomda yaygın görülen kollajen opasiteler,²⁸ aydınlatma ışığının retinadan geri dönmesini engelleyerek gölge etkisine neden olabilir.²⁹ Gölge etkisi, perfüzyonun azaldığı veya olmadığı durumu taklit eden bir OKT görüntüsüne ve damar yoğunluğu ölçümüne neden olur (Şekil 5). Yapısal OKT görüntüleme için bilinen diğer artefaktlar da OKTA görüntü kalitesi ve ölçülen değerler üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir.^{29,30}

Glokomu Diğer Optik Sinir Hastalıklarından Ayırt Etmek için Optik Koherens Tomografi Anjiyografi Kullanılabilir mi?

Peripapiller OKTA değişiklikleri maalesef hastalığa özgü değildir. Perfüzyonun azalmasında, hastalık tipinden çok



Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tüm hakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 4. Glokomda lokalize retina sinir lifi demeti defekti ve spasyal olarak karşılık gelen lokalize peripapiller damar yoğunluğunda azalma (oklar)

hastalık şiddeti etkilidir.³⁰ Şekil 6, OKTA görüntülerinde farklı optik sinir başı hastalıklarının nasıl benzer görüntü verdiğini göstermektedir. Nitekim, optik sinir başı ve peripapiller retinanın detaylı değerlendirmesi, modern OKTA teknolojisi çağında bile, hastalığı sınıflandırmak için zorunludur.

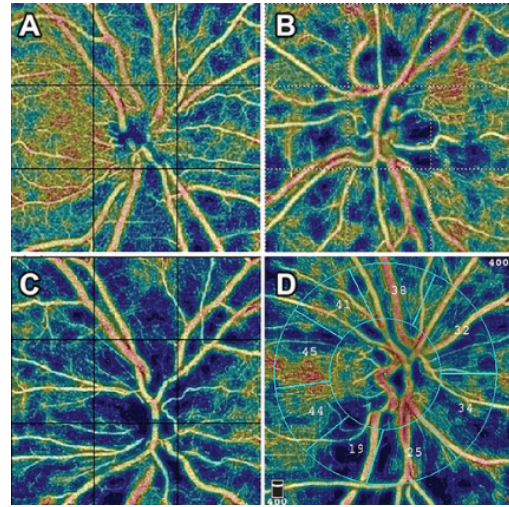
Göz İçi Basıncının Ölçülen Damar Yoğunluğu Değerlerine Etkisi

Göz içi basıncı veya göz içi basıncında azalma ile peripapiller perfüzyon arasındaki olası ilişki, yıllardır glokom tedavisinde önemli bir soru olmuştur. Yapısal parametreler (RSLT kalınlığı ve iç maküler retina kalınlığı), basıncı azaltayan tedaviye aktif bir şekilde yanıt vermez. Sistemik hastalığı olmayan sağlıklı, genç ve yeni açık açılı glokom tanısı almış ve tedavisiz göz içi basıncı yüksek olan ancak tedavi ile en az %50 azalarak 18 mmHg veya daha çok düşen oküler hipertansiyon hastalarında yapılan bir kavram kanıtlama araştırmasında; başlangıçta azalmış olan peripapiller damar yoğunluğunda klinik olarak çok anlamlı bir iyileşme gözlemledik (Şekil 7).³¹ Daha sonra diğer OKTA sistemlerini kullanan diğer araştırmacılar ve göz içi basıncını azaltan girişimler sonuçlarımızı doğruladı.^{32,33} Göz içi basıncında azalma ile elde edilen sonuçlar, nispeten erken glokomda, damar yoğunluğundaki değişimin, uygulanacak tedavilerin görme alanını koruma üzerine uzun dönem yararlı etkilerinin erken değerlendirmesi için olasılıkla kullanılabileceğini göstermektedir.

Glokom Progresyonunu Ölçmek için Damar Yoğunluğunu Kullanabilir miyiz?

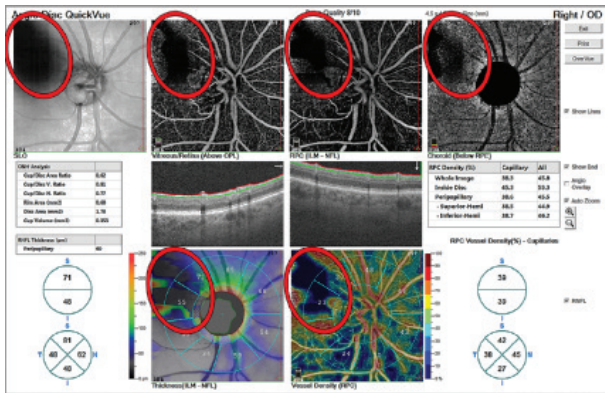
Glokom progresyonunu mevcut belirleme ve ölçme standardı bir dizi görme alanı testi yapılması ve yazılım tabanlı görme alanı progresyon analizidir. Bununla birlikte, glokom progresyonunu değerlendirmek için yapısal OKT parametrelerinin (RSLT kalınlığı, iç maküler retina kalınlığı) kullanılabılır olup olmadığı da araştırılmıştır. Son zamanlarda, yapısal progresyon ölçümleri modern glokom tedavisi ve progresyon analizinin bir parçası olmuştur. Yaptığımız bazı son çalışmalarda, peripapiller damar yoğunluğu ve RSLT kalınlık ölçümleri ile erken (2

yıl) glokom progresyonunu prospektif olarak araştırdık.^{34,35} Progresyon, RNFL kalınlık progresyon analizi ile daha iyi şekilde tespit edildi. Çalışmaya dahil edilen gözlerin %17'sinde peripapiller kapiller damar yoğunluğunda istatistiksel anlamlı progresyon olduğu bulundu ve progresyon izlenen olguların yarısında anlamlı ve spasyal olarak karşılık gelen alanlarda RSLT kalınlığında progresyon olduğu görüldü.³⁵ Fizyolojik olarak regüle edilmeyen yapısal OKT parametrelerinin aksine, damar yoğunluğu göz içi basıncındaki değişimleri, sistemik perfüzyon durumunu, glokomatöz vasküler regülasyon bozukluğunu, retina



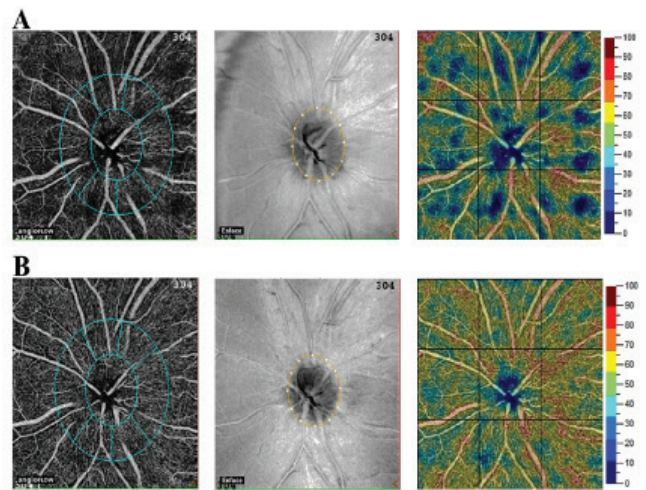
Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tıbbi bakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 6. Dört farklı optik sinir başı hastalığı olan dört gözün renk kodlu peripapiller optik koherens tomografi anjiyografi görüntüleri. A) Optik sinir başı drusenine bağlı kompresyon. B) Yaşamın erken dönemlerinde retinal ven tıkanıklığı. C) Kronik arteriyel olmayan anterior iskemik optik nöropati. D) İleri glokom



Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tıbbi bakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 5. Peripapiller optik koherens tomografi anjiyografi ölçümünde vitreusta yüzün cisimlerin (kırmızı elips ile çevrelenmiş) etkisi
RNFL: Retina sinir lifi tabakası, OD: Sağ göz, ILM: Internal limitan membrane, NFL: Sinir lifi tabakası



Bu görsel Gábor Holló'nun arşivinden izin alınarak kullanılmıştır. Tıbbi bakları Gábor Holló'ya aittir.

Şekil 7. Oküler hipertansiyonda göz içi basıncının azalmasının peripapiller damar yoğunluğuna olan etkisi. A) Tedavi edilmemiş göz içi basıncı yüksek olan göz. B) Kombine göz içi basıncı düşürücü ilaç tedavisi olarak ve göz içi basınç %50'den daha azaldıktan sonra aynı göze ait görüntü. Peripapiller damar yoğunluğu haritası kapiller perfüzyonda belirgin bir artış olduğunu göstermektedir.

oksijenasyonunu ve hiperkapni durumunu yansıtır. Bu nedenle, damar yoğunluğu RSLT kalınlığına göre daha az stabildir. Bu nedenle, glokomla ilişkili kademeli perfüzyon değişiklikleri küçük olduğunda veya glokom progresyonu ile ilişkili olmayan faktörler nedeniyle ortaya çıkan dalgalanmalardan daha küçük olduğunda, kolay anlaşılır bir damar yoğunluğu progresyon modeli görmeyi bekleyemeyiz.

Yakın zamanda yaptığımız bir başka araştırmada, standart ve zorlu nefes tutma şekli olan Valsalva manevrasını kullanarak nefes tutmanın damar yoğunluğu ölçümleri üzerindeki olası etkisini değerlendirdik.³⁶ Nefes tutma ve Valsalva manevrası retina perfüzyonunu etkilemektedir. Artan intratorasik basınç nedeniyle, gözden çıkan venöz kan akımı azalır ve sonuç olarak retinal perfüzyon geçici olarak azalır. Damar yoğunluğu ölçümleri zaman aldığı için (peripapiller ölçümler için görüntü elde edilmesi 16 saniyeye kadar sürebilir), RSLT'deki kapiller perfüzyonun azaldığı varsayılmalıdır. Ancak, sonuçlarımız, Valsalva manevrasının, Optovue OKTA sistemi ile ölçülen peripapiller damar yoğunluğu değerlerini etkilemediğini açıkça göstermiştir. Bu sonuç, nefes tutma işleminin oküler kan akımı üzerinde bir etkisi olmadığı anlamına gelmez, ancak açıkça görüldüğü gibi, SSADA yazılımı kullanıldığında eritrositlerin hareketini yavaşlatmak, eritrositler peripapiller RSLT kapiller damarlarında hareket etmeye devam ettikçe, damar yoğunluğunu ölçümünü etkilememektedir.

Glokom Tedavisinde Optik Koherens Tomografi Anjiyografinin Geleceği

OKTA ilk kez 4 yıl önce klinik glokom araştırmaları ve pratiğinde kullanılmaya başlamıştır ve yazılımları hızla gelişmektedir. Bir yazılım veya donanım sürümü ile elde edilen sonuçlar, daha yeni sürümler ile elde edilen sonuçlar ile aynı olmayabilir ve genellikle yeni sürümler eski sürümlerden daha üstündür. Bu nedenle, günümüzde çeşitli OKTA parametrelerinin glokom progresyonunu ölçmede ya da oküler hipertansiyonun glokoma dönüşümünde yararlı olabileceği, preperimetrik glokomun tanısında ya da göz içi basıncını düşüren tedavilerden sonra görme alanının korunup korunmayacağı hakkında yol gösterici olup olmayacağına dair kesin bir sonuca varılmamıştır. Ancak bu kısıtlılıklar geçicidir. Gelecek yıllarda, OKTA glokom uzmanları ve glokom hastalarını tedavi eden göz hekimlerinin dikkatle takip edeceği en heyecan verici klinik araştırma alanlarından biri olmaya devam edecektir.

Etik

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu tarafından değerlendirilmiştir.

Finansal Destek: Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

Not: Bu makaledeki tüm görseller Gábor Holló'nun arşivinden alınmıştır. Tüm hakları Gábor Holló'ya aittir.

Kaynaklar

1. Tan ACS, Tan GS, Denniston AK, Keane PA, Ang M, Milea D, Chakravarthy U, Cheung CMG. An overview of the clinical applications of optical coherence tomography angiography. *Eye (Lond)*. 2018;32:262-286.

2. Jia Y, Morrison JC, Tokayer J, Tan O, Lombardi L, Baumann B, Lu CD, Choi W, Fujimoto JG, Huang D. Quantitative OCT angiography of optic nerve head blood flow. *Biomed Opt Express*. 2012;3:3127-3137.
3. Holló G. Intrasection and between visit variability of sector peripapillary angioflow vessel density values measured with the Angiovue optical coherence tomograph in different retinal layers in ocular hypertension and glaucoma. *PLoS ONE*. 2016;11:e0161631.
4. Holló G. Vessel density calculated from OCT angiography in 3 peripapillary sectors in normal, ocular hypertensive and glaucoma eyes. *Eur J Ophthalmol*. 2016;26:42-45.
5. Holló G. Valsalva maneuver and peripapillary OCT angiography vessel density. *J Glaucoma*. 2018;27:133-136.
6. Holló G. Influence of removing the large retinal vessels-related effect on peripapillary vessel density progression analysis in glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27:137-139.
7. Grieshaber MC, Mozaffarieh M, Flammer J. What is the link between vascular dysregulation and glaucoma? *Surv Ophthalmol*. 2007;52(Suppl 2):144-154.
8. Venugopal JP, Rao HL, Weinreb RN, Pradhan ZS, Dasari S, Riyazuddin M, Puttiah NK, Rao DAS, Devi S, Mansouri K, Webers CA. Repeatability of vessel density measurements of optical coherence tomography angiography in normal and glaucoma eyes. *Br J Ophthalmol*. 2018;102:352-357.
9. Manalastas PIC, Zangwill LM, Saunders LJ, Mansouri K, Belghith A, Suh MH, Yarmohammadi A, Penteado RC, Akagi T, Shoji T, Weinreb RN. Reproducibility of optical coherence tomography angiography macular and optic nerve head vascular density in glaucoma and healthy eyes. *J Glaucoma*. 2017;26:851-859.
10. Geyman LS, Garg RA, Suwan Y, Trivedi V, Krawitz BD, Mo S, Pinhas A, Tantraworasin A, Chui TYP, Ritch R, Rosen RB. Peripapillary perfused capillary density in primary open-angle glaucoma across disease stage: an optical coherence tomography angiography study. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:1261-1268.
11. Lommatzsch C, Rothaus K, Koch JM, Heinz C, Grisanti S. OCTA vessel density changes in the macular zone in glaucomatous eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256:1499-1508.
12. Yarmohammadi A, Zangwill LM, Diniz-Filho A, Suh MH, Manalastas PI, Fatehee N, Yousefi S, Beghiht A, Saunders LJ, Medeiros FA, Huang D, Weinreb RN. Optical coherence tomography angiography vessel density in healthy, glaucoma suspect, and glaucoma eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:451-459.
13. Rao HL, Kadambi SV, Weinreb RN, Puttiah NK, Pradhan ZS, Rao DAS, Kumar RS, Webers CAB, Shetty R. Diagnostic ability of peripapillary vessel density measurements of optical coherence tomography angiography in primary open-angle and angle-closure glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:1066-1070.
14. Rao HL, Dasari S, Riyazuddin M, Puttiah NK, Pradhan ZS, Weinreb RN, Mansouri K, Webers CAB. Diagnostic ability and structure-function relationship of peripapillary optical microangiography measurements in glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27:219-226.
15. Rao HL, Pradhan ZS, Weinreb RN, Riyazuddin M, Dasari S, Venugopal JP, Puttiah NK, Rao DAS, Devi S, Mansouri K, Webers CAB. Vessel density and structural measurements of optical coherence tomography in primary angle closure and primary angle closure glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2017;177:106-115.
16. Wan KH, Lam AKN, Leung CK. Optical coherence tomography angiography compared with optical coherence tomography macular measurements for detection of glaucoma. *JAMA Ophthalmol*. 2018;136:866-874.
17. Richter GM, Madi I, Chu Z, Burkemper B, Chang R, Zaman A, Sylvester B, Reznik A, Kashani A, Wang RK, Varma R. Structural and functional associations of macular microcirculation in the ganglion cell-inner plexiform layer in glaucoma using optical coherence tomography angiography. *J Glaucoma*. 2018;27:281-290.
18. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PI, Belghith A, Yarmohammadi A, Medeiros FA, Diniz-Filho A, Saunders LJ, Yousefi S, Weinreb RN. Optical coherence tomography angiography vessel density in glaucomatous eyes with focal lamina cribrosa defects. *Ophthalmology*. 2016;123:2309-2317.

19. Holló G. Relationship between optical coherence tomography sector peripapillary angioflow-density and Octopus visual field cluster mean defect values. *PLoS One*. 2017;12:e0171541.
20. Rao HL, Pradhan ZS, Weinreb RN, Dasari S, Riyazuddin M, Raveendran S, Puttaiah NK, Venugopal JP, Rao DAS, Devi S, Mansouri K, Webers CAB. Relationship of optic nerve structure and function to peripapillary vessel density measurements of optical coherence tomography angiography in glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26:548-554.
21. Yarmohammadi A, Zangwill LM, Diniz-Filho A, Suh MH, Yousefi S, Saunders LJ, Belghith A, Manalastas PI, Medeiros FA, Weinreb RN. Relationship between optical coherence tomography angiography vessel density and severity of visual field loss in glaucoma. *Ophthalmology*. 2016;123:2498-2508.
22. Holló G. Relationship between OCT angiography temporal peripapillary vessel-density and Octopus perimeter paracentral cluster mean defect. *J Glaucoma* 2017;26:397-402.
23. Penteadó RC, Zangwill LM, Daga FB, Saunders LJ, Manalastas PIC, Shoji T, Akagi T, Christopher M, Yarmohammadi A, Moghimi S, Weinreb RN. Optical coherence tomography angiography macular vascular density measurements and the central 10-2 visual field in glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27:481-489.
24. Kwon J, Choi J, Shin JW, Lee J, Kook MS. Alterations of the foveal avascular zone measured by optical coherence tomography angiography in glaucoma patients with central visual field defects. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58:1637-1645.
25. Shin JW, Kwon J, Lee J, Kook MS. Relationship between vessel density and visual field sensitivity in glaucomatous eyes with high myopia. *Br J Ophthalmol*. 2018.
26. Suwan Y, Fard MA, Geyman LS, Tantraworasin A, Chui TY, Rosen RB, Ritch R. Association of myopia with peripapillary perfused capillary density in patients with glaucoma: an optical coherence tomography angiography study. *JAMA Ophthalmol*. 2018;136:507-513.
27. Sung MS, Lee TH, Heo H, Park SW. Association between optic nerve head deformation and retinal microvasculature in high myopia. *Am J Ophthalmol*. 2018;188:81-90.
28. Schwab C, Glatz W, Schmidt B, Lindner E, Oetl K, Riedl R, Wedrich A, Ivastinovic D, Velikay-Parel M, Mossboeck G. Prevalence of posterior vitreous detachment in glaucoma patients and controls. *Acta Ophthalmol*. 2017;95:276-280.
29. Ghasemi Falavarjani K, Al-Sheikh M, Akil H, Sadda SR. Image artefacts in swept-source optical coherence tomography angiography. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:564-568.
30. Holló G. Optical coherence tomography angiography and glaucoma. In: Chow DR, de Oliveira RPC, eds. *OCT angiography*. New York; Thieme Medical Publishers Inc; 2017:112-126.
31. Holló G. Influence of large intraocular pressure reduction on peripapillary OCT vessel density in ocular hypertensive and glaucoma eyes. *J Glaucoma*. 2017;26:7-10.
32. Shin JW, Sung KR, Uhm KB, Jo J, Moon Y, Song MK, Song JY. Peripapillary microvascular improvement and lamina cribrosa depth reduction after trabeculectomy in primary open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58:5993-5999.
33. Alnawaiseh M, Müller V, Lahme L, Merté RL, Eter N. Changes in flow density measured using optical coherence tomography angiography after iStent insertion in combination with phacoemulsification in patients with open-angle Glaucoma. *J Ophthalmol*. 2018;2018:2890357.
34. Holló G. Comparison of peripapillary OCT angiography vessel density and retinal nerve fiber layer thickness measurements for their ability to detect progression in glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27:302-305.
35. Holló G. Influence of removing the large retinal vessels-related effect on peripapillary vessel density progression analysis in glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27:137-139.
36. Holló G. Valsalva maneuver and peripapillary OCT angiography vessel density. *J Glaucoma*. 2018;27:133-136.