

Optik Koherens Tomografideki Yenilikler

Advances in Optical Coherence Tomography

Filiz AFRASHİ¹

1- Prof. Dr., Ege Üniversitesi Tıp
Fakültesi Göz Hastalıkları
Anabilim Dah
Bornova-İzmir

Geliş Tarihi - *Received* 04.01.2017

Kabul Tarihi - *Accepted* 08.01.2017

Ret-Vit Özel Sayı 2017;25: 1-3

Yazışma Adresi/*Correspondence Adress:*

E-mail: afrashif@yahoo.com

Phone: 0533 363 7580

ÖZ

Optik Koherens Tomografi (OKT) yaklaşık iki dekad önce tanımlanmış ve oftalmoloji pratiğinde bir devrim yaratmıştır. OKT teknolojisindeki gelişmeler devam etmekte ve böylece retina koroid hastalıklarına ve arka segment patogenezi için yeni bir bakış getirmektedir. Bu derlemede swept-source OKT, adaptif optiklerin kullanıldığı hücresel OKT ve fonksiyonel OKT gibi yeni teknolojik gelişmeler vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Koroid, optik koherens tomografi, retina

ABSTRACT

Optical coherence tomography (OCT) was introduced about two decades ago and has revolutionized ophthalmic practice in recent years. OCT technology continues to develop further it will provide new insights into the retinal and choroidal structure and the pathogenesis in the posterior segment of the eye. This review emphasizes that new technologic improvement in the OCT area like swept-source OCT, cellular OCT using adaptive optics and the functional extensions of OCT.

Key words: Choroid, optical coherence tomography, retina

SWEPT-SOURCE OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ (SS-OKT)

Spektral domain-OKT (SD-OKT)'deki gibi tek bir seferde projekte edilen genişband ışık kaynağı yerine, tüm geniş spektrumu hızlıca geçecek şekilde hareket eden farklı frekanslarda tek bir ayarlanabilir laser kullanır. Ek olarak pek çok SS-OKT sistemi, 840nm de bir ışık kaynağı kullanan SD-OKT'lerden daha iyi doku penetrasyonuna izin veren yaklaşık 1050 nm daga boyunda ışık kaynağı kullanır. Bu koroid, lamina kribrosa ve ön kamara açısı boyunca dokuların daha iyi görüntülenmesini sağlar. Gözden ışığın yansımaları SD-OKT de kullanılan kameradan çok daha hızlı bir şekilde bir fotodetektör aracılığıyla alınır. Bu durum sn de 400.000 tarama gibi çok yüksek bir tarama hızına izin verir ve SD-OKT'deki gibi de-

rinliğe bağımlı sinyal düşüşlerini elimine eder. Artmış tarama hızı daha kısa sürede tarama yapar ve göz hareketlerine bağlı imaj diistorsiyonları azdır. Bu da tarama kalitesinde iyileşme ve ince dokuların daha iyi görüntülenmesini sağlar. 100.000 tarama/sn tarama hızı var. 1050 nm dalga boyuna sahiptir. Bu dalga boyu daha derin tabakalara daha hızlı penetrasyon sağlar. Bu da kısa sürede vitreus retina koroid ve skleraya hızlı penetrasyon anlamına gelir. Daha büyük tarama derinliklerinde daha büyük sensitivite ve düşük sinyal gürültü oranı söz konusudur. 12 mm'lik B-scan ile hem optik disk hem makula izlenir. Hastalar çekim sırasında tarama hattı görmemesi de önemli bir avantajdır.¹⁻³

HÜCRESEL OKT

Hücresel OKT kavramının altında hücresel rezolüsyonlu retina imajlarının invivo görüntülenmesine izin veren ve OKT görüntülenmesi sırasında yüksek sıralı aberasyonların giderilmesini sağlayan adaptif optiklerin (AO) entegre edildiği adaptif optik-OKT (AO-OKT) sistemleri yer alır. OKT görüntülerinin aksiyel rezolüsyonu ışık kaynağının koherens özelliklerine bağlıdır. Bugün kullanılan ışık kaynakları 5 mikronluk aksiyel rezolüsyon sağlar ve çoğu retinal hücrenin aksiyel uzunluğunun belirlenmesi için yeterlidir. Transvers rezolüsyon ise dokuya odaklanan ışığın büyüklüğü ile sınırlıdır. Laser ışını gözün farklı ortamlarından geçerken aberasyonlara uğramaya yatkındır. Bu da transvers rezolüsyonu 20 mikron ile sınırlar. AO ler optik aberasyonları giderir, spot büyüklüğünü azaltır ve transvers rezolüsyonu iyileştirir. AO sistemleri ile sağlanan iyileştirilmiş rezolüsyonlar yüksek kaliteli imajların elde edilmesine retinal mikrodolaşım fotoreseptör, lamina cribrosa, RNFL ve ganglion hücre tabakası içindeki mikro yapılar gibi ince detayların görüntülenmesine izin verir.⁴⁻⁷

FONKSİYONEL OKT

Dokuların değerlendirilmesine ek olarak OKT tekniği OKT anjiyografi veya doppler OKT ile doku kan akımı gibi taranan dokuların fonksiyonel karakteristiklerini de belirleyebilir. Işığın optik frekansı hareket eden eritrositlerde saçılmaya uğradığında bir şift gösterir. Bu şift miktarı akım hızına bağlıdır

ve bu bilgi retinal kan akımını kantifiye edecek ve vizüalize edecek non kontrast bir yöntem sağlar. İn vivo kan akım hızının hesaplanması diabetik retinopati, makula dejeneresansı ve glokom gibi hastalıkların patogenezi için ışık tutar.⁷⁻⁸

-Doppler OKT

Doppler OKT ile normal ve glokomlu hastalarda yapılan retinal kan akımı çalışmasında tek yarı alan hasarı olan glokomlu gözlerde görme alanı anomalisine uyan hemisferde retinal kan akımında azalma azalma göstermişlerdir. Ek olarak azalmış kan akımı anormal hemisfere uyan incelmış retinal sinir lifi tabakası (RNFL) ve ganglion hücre kompleksiyle birlikte bulunmuştur. Doppler OKT total retinal kan akımı üzerine bilgiler verirken, düşük hızlı kan akımını değerlendirecek sensitiviteye sahip değildir.⁸

-Polarizasyon Sensitif OKT

OKT teknolojisinin bir diğer modifikasyonu ışık-doku etkileşimlerinde değişim gösteren polarize ışık temellidir. Doku spesifik kontrastlı görüntüler yaratır ve farklı dokuların ayır-dedilmesini olası kılar. Bu teknoloji dokuların polarizasyon durumunu değiştiren özelliklerine göre oküler yapıları ayırt edebilir (sklera RNFL çift kırınım, fotoreseptörler polarizasyon-prezervasyon, RPE depolarizasyon gibi). Tüm bilinen OKT sistemlerine bağlanabilir (SD-OKT, SS-OKT, AO-OKT). Deneysel glokom çalışmalarında RNFL'deki çift kırınım özelliğindeki değişimin kalınlık değişiminden önce başladığı belirlenmiştir.⁹⁻¹¹

-Spektroskopik OKT

Biyolojik dokularda Işığın dalga boyuna bağımlı absorpsiyon ve saçılma, kan oksijen saturasyonu gibi dokunun sağlığına ilişkin fonksiyonel parametreleri elde etmede kullanılabilir. Esas olarak dalga boyuna bağlı absorpsiyonu ölçen ama doku saçılma özelliklerini de değerlendirebilen spektroskopik OKT içeren bu optik özellikleri ölçmek için sayısız biyofotonik teknoloji geliştirilmiştir. Klinik uygulamaların geliştirilmesi için henüz erken aşamalarda. Çalışmalar daha çok hayvan deneylerine ve doku fantomlarına sınırlıdır. Çeşitli gruplar spektroskopik OKT'yi deoksi hemoglobin ve oksijen hemoglobini-

nin farklı absorpsiyon özelliklerini ayırarak kan oksijen saturasyonunu ölçmede kullanmışlardır. SOCT biyolojik dokuların sağlığını ve fonksiyonunu değerlendirmek için umut vadeden bir teknolojidir.⁸

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Adhi M, Duker JS. Optical coherence tomography--current and future applications. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013 May;24(3):213-21.
2. Kostanyan T¹, Wollstein G, Schuman JS. New developments in optical coherence tomography. *Curr Opin Ophthalmol*. 2015 Mar;26(2):110-5.
3. Cheng S¹, Leng T¹. Noninvasive detection of microaneurysms in diabetic retinopathy by swept-source optical coherence tomography. *Clin Ophthalmol*. 2016 Sep 16;10:1791-1795.
4. Kocaoglu OP, Ferguson RD, Jonnal RS, Liu Z, Wang Q, Hammer DX, Miller DT. Adaptive optics optical coherence tomography with dynamic retinal tracking. *Biomed Opt Express*. 2014 Jun 17;5(7):2262-84.
5. Felberer F, Rechenmacher M, Haindl R, Baumann B, Hitzenberger CK, Pircher M. Imaging of retinal vasculature using adaptive optics SLO/OCT. *Biomed Opt Express*. 2015 Mar 23;6(4):1407-18.
6. Zhou Y¹, Sheets KG, Knott EJ, Regan CE Jr, Tuo J, Chan CC, Gordon WC, Bazan NG. Cellular and 3D optical coherence tomography assessment during the initiation and progression of retinal degeneration in the Ccl2/Cx3cr1-deficient mouse. *Exp Eye Res*. 2011 Nov;93(5):636-48.
7. Drexler W¹ Cellular and functional optical coherence tomography of the human retina: the Cogan lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Dec;48(12):5339-51.
8. Kim J, Brown W, Maher JR, Levinson H, Wax A. Functional optical coherence tomography: principles and progress. *Phys Med Biol*. 2015 May 21;60(10):R211-37.
9. Zhang Q¹, Lu R¹, Wang B¹, Messinger JD², Curcio CA³, Yao X³ Functional optical coherence tomography enables in vivo physiological assessment of retinal rod and cone photoreceptors. *Sci Rep*. 2015 Apr 22;5:9595.
10. Wang B, Zhang Q, Lu R, Zhi Y, Yao X. Functional optical coherence tomography reveals transient phototropic change of photoreceptor outer segments. *Opt Lett*. 2014 Dec 15;39(24):6923-6. doi: 10.1364/OL.39.006923.
11. Bernhard Baumann Erich Göttinger Michael Pircher Harald Sattmann. Segmentation and quantification of retinal lesions in age-related macular degeneration using polarization sensitive optical coherence tomography. *Journal of Biomedical Optics* 2010 (october-November)15(6), 061704-1-061704-9.
12. Fialová S¹, Augustin M¹, Glösmann M², Himmel T², Rauscher S³, Gröger M³, Pircher M¹, Hitzenberger CK¹, Baumann B¹ Polarization properties of single layers in the posterior eyes of mice and rats investigated using high resolution polarization sensitive optical coherence tomography. *Biomed Opt Express*. 2016 Mar 24;7(4):1479-95.