

DERLEME REVIEW

Fundus Kamera ve Renkli Fundus Fotoğrafı

Fundus Camera and Color Fundus Photography

Mehmet ÇİTİRİK*, Mehmet Yasin TEKE*

* Doçent Doktor, SB Ankara Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Geliş Tarihi/Received: 26.11.2016 Kabul Tarihi/Accepted: 30.11.2016

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Mehmet ÇİTİRİK / SB Ankara Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ulucanlar Cad. No:59 06230 Altındağ/Ankara Tel./Phone: +90 312 362 3222 Faks/Fax: +90 312 312 4827 E-posta/E-mail: mcitirik@hotmail.com

ÖZET

Fundus kamera ve renkli fundus fotoğrafı retina pratiğinde uzun süredir kullanılagelen bir görüntüleme yöntemidir. Retina görüntülemelerindeki hızlı gelişmelere rağmen halen kullanılmaya devam edilmektedir. Diyabetik retinopatinin günümüzde en sık kullanılan sınıflandırılmasında fundus görüntüsünün önemi yerini korumaktadır. Bu yazıda fundus kamera ve renkli fundus fotoğrafından bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Fundus, fundus kamera, renkli fundus fotoğrafı.

ABSTRACT

Fundus camera and color fundus photography have been used in a practice of retina for a long time. Despite rapid advances in retinal imaging, it continues to be used. At the present time, it keeps its important role in the most commonly used classification of diabetic retinopathy. This article mentions about fundus camera and color fundus photography.

Key Words: Color fundus photography, fundus, fundus camera.

GİRİŞ

1850 yılında direkt oftalmoskopun kullanıma sunulması sayesinde, halen hayatta olan insanlarda retina muayenesi yapılmaya başlanmıştır. 1852 yılında ise indirekt oftalmoskop kullanıma girmiş ve daha geniş görüş açısı ile periferik retina değerlendirilebilmiştir.^[1] Fundus Kamera ise 1886'da Jackson ve Weber öncülüğünde geliştirilmiştir. Bu prototipte, hasta başına tespit edilmiş ve göze 2,5 dakikalık bir ışık maruziyeti söz konusu olmuştur. Bu uygulama, retinal anatomi ve patolojinin en büyük ayrıntılarını göstermesine rağmen, retinal bulguların fotoğrafla belgelendirilmesine izin vermesi açısından devrim niteliği taşımıştır.^[1] Fundus kamerasıyla karşılaşılan problemlerin üstesinden gelmek için 1980 yılında tarayıcı lazer oftalmoskopi tanımlanmıştır.^[2] 1987 yılında ise konfokal tarayıcı lazer oftalmoskopi geliştirilerek fundus görüntülemeye, nicel ölçümlerin yapılmasına olanak tanıyan birçok yeni uygulama geliştirilmiştir. Konfokal tarayıcı lazer oftalmoskopide tek ve sabit dalga boylu lazer ışığı kullanıldığı için küçük pupilden de görüntü alınabilmektedir. Bunun yanı sıra retinal ışık maruziyeti konvansiyonel cihazların %1'i kadardır ve flaş kullanılmadığı için hasta uyumu daha yüksek olmaktadır. Konfokal sistemin en önemli avantajı tek bir plandan gelen ışığı toplayabilmesidir. Objektiftaki optiklerin optimal kullanımı için bir lazer ışını gönderilmekte, bu ışın tarama ışınına çevrilmekte ve objektif lensi yardımıyla tek bir noktaya odaklanmaktadır. Fotodedektör önünde bulunan konfokal açıklık örnek üzerindeki tek bir noktadan yayılan ışığın toplanmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak taranan alan yüksek çözünürlükte görüntülenmektedir.^[3]

Retinada arka kutbun detaylıca incelenmesi için iyi bir gözlem, klinik deneyim ve biyomikroskoba ihtiyaç vardır. Hassas retina patolojilerini belirlemek ve belgelemek için bu özel araçları kullanmakta güçlük çekilebilmektedir. Ayrıca bazen bir patolojiye görme ve gözlemlene arasında da fark olmaktadır. Gözlem; zihinsel işleme ve görülen şeyin kategorize edilmesini gerektiren üst düzey bir faaliyettir. Gözlemsel becerileri geliştirmenin bir yolu, fundusun farklı bölgelerinin belirli bir sırayla değerlendirildiği bir muayene rutini kullanmaktır. Bir cihaz yardımıyla fundus değerlendirmesi yapılarak tanısal gözetimlerdeki hatalar en aza indirilebilmektedir.^[1] Bu açıdan değerlendirildiğinde fundus kamera ön plana çıkmaktadır.



Resim 1: Fundus kamera cihazı

FUNDUS KAMERA

Işık ışınları için hem giriş hem de çıkışta pupil kullanılarak fundus kamera ile retina doğrudan fotoğraflanabilir. Hasta fundus fotoğraf makinesi önündeki bölgeye, çene ile alnını dayayarak oturur. Kameranin başındaki kişi fundus kamerasını odaklar ve hizalar. Fotoğrafı çeken kişi deklanşöre bastığında bir fundus fotoğrafı oluşturulmuş olur. Oftalmologlar bu retina fotoğraflarını, göz hastalıklarını izlemek, teşhis etmek ve tedavi etmek için kullanırlar (Resim1).^[4]



Resim 2: 30°'lik bir açıda çekilmiş fundus fotoğrafı



Resim 3: 45°'lik bir açıda çekilmiş fundus fotoğrafı



Resim 4: Yedi bölge birleştirilmesi tekniği uygulanarak çekilmiş fundus fotoğrafı

Aslında bir fundus kamera, bağlı bir kamera ile özelleştirilmiş düşük güçlü bir mikroskoptur. Optik tasarımı indirekt oftalmoskopa dayanmaktadır. Fundus kameralar, merceklerin optik açıları olarak kabul edilen görüş açısı ile tanımlanır. Normal görüş açısı olarak kabul edilen 30°'lik bir açı, gerçek hayattan 2,5 kat daha büyük bir film görüntüsü oluşturur (Resim 2). Dar açılı bir fundus kamera, 20° veya daha düşük bir görüş açısına sahiptir. Geniş açılı fundus kameralar ise görüntüleri 45° ile 200° arasında yakalar ve orantılı olarak daha az retinal büyütme sağlar (Resim 3). Geleneksel fundus fotoğrafları ile retinada 30-45 (bazı kameralarda 30-50) derecelik alan görüntülenebilirken yedi bölge birleştirilmesi tekniği uygulanarak 75 derecelik retina alanı görüntülenebilmektedir (Resim 4). Geniş açılı fundus görüntüleme yöntemleri kullanarak ise retinada 200 dereceye kadar görüntü alanı elde edilebilmektedir.^[4]

Fundus kamera ile çekim yaparken gözlem lambasından veya elektronik flaştan üretilen ışık bir dizi filtre vasıtasıyla yuvarlak bir aynaya ve oradan da merceklerle yansıtılır. Üst mercekteki bir maske, ışığı bir halka görünümüne şekillendirir. Halka şekilli ışık, merkezi bir diyafram ile yuvarlak bir aynaya yansıtılır, objektif mercek üzerinden kamera dışına çıkar ve kornea boyunca ilerler. Hem aydınlatma sisteminin hem de görüntünün doğru şekilde hizalandığını ve odaklandığını varsayarsak, ortaya çıkan retinal görüntü halkanın aydınlatılmamış orta kısmı boyunca korneadan geri çıkar. Işık, aynanın merkezi deliğinden, dioptri ayarlamalı mercekleri ve astigmatik düzeltme sistemi aracılığıyla kamera sistemine geri döner.^[4]

Fundus kamera ile görüntü çekerken; odaklama objektifinin keskinliğine bakmadan odak yapılırsa, objektif görüntüsü bulanık iken fundus görüntüsü keskin sınırlı olacaktır. Ya da

objektifte keskin bir görüntü görülse bile, fotoğraf bulanık olacaktır. Ayrıca fundusa odaklanmadan önce doğru şekilde ayarlanmış bir göz merceğiyle çekim yaparken kamera görüntüsü henüz alıcı düzlemle çakışmadan görüntü alınırsa fundus bulanık olarak görüntülenecektir. Göz merceğini ve fundus kamera odaklama mekanizmasını doğru bir şekilde ayarladıktan sonra fundus kamerasından çekilen görüntü film düzlemine karşılık gelirse bu birleşim ile alınan imaj, keskin odaklanmış bir fundus fotoğrafı verecektir.^[4]

RENKLİ FUNDUS FOTOĞRAFI

Renkli fundus fotoğrafı, retina optik disk, makula ve arka kuştan oluşan gözün en iç yüzeyinin fotoğraflanması işlemidir.^[5] Fundusa ait fotoğrafların elde edilmesi, incelenmesi ve karşılaştırılması retina hastalıklarının izlemi ve tedavisi açısından son derece önemlidir. Fotoğraflar daha önce film şeritleri üzerine kaydedilirken artık günümüzde bu kayıtlar dijital ortamlarda yapılmaktadır. Filme kaydedilmiş fotoğrafların çözünürlüğü 4500x3000 pixel iken dijital fundus fotoğraflarında 1024x1024 düzeylerinde pixel bulunmaktadır. Ancak son zamanlarda daha da geliştirilmiş olan renkli dijital fotoğraf sitemlerinin çözünürlükleri 3000x4000 pixel düzeylerine çıkmış olup netlikleri analog görüntülere eşdeğer düzeye gelmiştir.^[5] Dijital fotoğraflar hızlı bir şekilde arşivlenebilir, veri kaybı olmaksızın kolayca transfer edilebilir ve çoğaltılabilir. Görüntü hemen elde edilebildiğinden kısa sürede değerlendirilebilir ve hastaya bilgi verilebilir. Bazı programlar eşliğinde bu görüntülerde büyütme, küçültme ve çeşitli ölçümler yapılabilir.^[5]

Retina hastalıklarının ilk belirlenmesi fundus muayenesi ile ortaya konmaktadır. Bu nedenle renkli fundus fotoğrafı; hastalığın başlangıcı, takibi ve tedavisinde büyük önem arz etmektedir.^[6] Retina fotoğraflarının değerlendirilmesinde retina uzmanları arasında fikir birliği mevcut olup, birçok hastalığın ayırımında başka testlere gereksinim kalmadan fotoğraflama kullanılabilmektedir. Bazı hastalıkların tanısında sadece fundus fotoğrafı ile tipik lezyonların görülmesi yeterlidir.^[6]

Renkli fundus fotoğrafı, renkli, red-free ve stereo fundus fotoğraflarını içerir. Bunların içinde stereo görüntünün elde edilmesinde teknik farklılık vardır. Stereo görüntü diğer fotoğraflardan farklı olarak iki fotoğrafın çekimi ile elde edilir. İlk fotoğrafta kamera pupil santraline ve fotoğrafı çekenin olabildiği kadar sağına odaklanır ve çekim yapılır. İkinci fotoğrafta ise kamera yine pupil santraline odaklanır fakat bu sefer fotoğrafı çekenin olabildiğince solunda olmasına çalışılarak çekim yapılır. Bu şekilde stereo görüntü elde edilmiş olur.^[5]

RENKLİ FUNDUS FOTOĞRAFI İLE TAKİP

Renkli fundus fotoğrafı, makula ödemi ve mikroanevrizmalar gibi diyabetik retinopatinin özelliklerini belgelemek için kullanılır. Bunun avantajı, doğrudan muayenede ifade edilenlerin yerine retina detaylarının stereoskopik fundus fotoğraflarında görselleştirilmesinin ve takiplerde detaylandırılmasının daha kolay yapılabilmesidir.^[7] Periyodik fundus görüntülemeleri ile diyabetik hastalar retinopatileri açısından taranabilir ve gereğinde tedavi edilerek görme kaybına engel olunabilir. Bu uygulama hem hasta açısından hem de tedavi maliyetlerini azaltmak açısından son derece önemlidir.^[5] Diyabetik retino-

patinin bugün için yaygın olarak kullanılan evrelendirilmesinde sadece fundus görüntüsü ve renkli fundus fotoğrafı esas alınmıştır. Bu sınıflama 2003 yılında oluşturulan Uluslararası Diyabetik Retinopati ve Diyabetik Makula Ödemi Ağırılığı Ölçeğine göre yapılmış olup non-proliferatif diyabetik retinopati; hafif orta, şiddetli ve çok şiddetli olarak 4 ayrı evreye ayrılmaktadır.^[8]

Fundus görüntülemeleri ile hastalar ayrıca hipertansif retinopati, yaşa bağlı makula dejeneresansı, dejeneratif retinal hastalıklar, tümörler, nevüsler, vitreoretinal hastalıklar açısından taranabilir, izlenebilir ve belgelenebilir, medikolegal sorun teşkil edebilecek patolojiler de yine kayıt altına alınabilir. Tüm bunlara ek olarak fundus fotoğrafı üzerinden retinal vasküler yapıların özellikleri incelenip hastaların felç, hipertansiyon ve miyokard enfarktüsü gelişimi yönünden risk değerlendirmeleri de yapılabilir.^[5] Hipertansiyon hastaları arasında yapılan bir çalışmada direkt oftalmoskopi ve anjiyografinin hipertansif retinopatiyi belirleyebilme güçleri karşılaştırılmıştır. İki metot da herhangi bir evredeki retinopati sıklığını %90'dan fazla bulmuştur. Oftalmoskopi %51 grade 1, %43 grade 2 ve %1 hasta grade 3 olarak bulmuştur. Anjiyografide ise %42 grade 1, %52 grade 2, %3 hasta grade 3 olarak tespit edilmiştir.^[9] Yaşa bağlı makula dejenerasyonda yapılan bir çalışmada her ne kadar koroid neovaskülarizasyonlarının ve aktivitesinin tek başına renkli fundus fotoğrafı ile değerlendirilmesi önerilmese de, druzen ve pigment değişikliklerinin belirlenmesinde renkli fundus fotoğrafının önemi vurgulanmıştır.^[10]

SONUÇ

Renkli fundus fotoğrafları, hastalığın klinik bulgularının belgelendirilmesinde çok yararlıdır. Fundus fotoğrafları ile hastalığın arka segmentteki yaygınlığı ve izlem süresince oluşan fundus değişiklikleri belirlenebilir. Günümüzde artık dijital fo-

toğraflar kullanılmaktadır.^[6] Çünkü dijital fotoğraflar kolaylıkla arşivlenebilmekte, yine dijital olarak parçalar halinde birleştirilebilmekte ve eski fotoğraflarla kolaylıkla karşılaştırılabilme imkânı sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1- Friberg, T.R. Examination of the retina: ophthalmoscopy and biomicroscopy. in: D.M. Albert, F.A. Jakobiec (Eds.) Principles and Practice of ophthalmology. Saunders, Philadelphia, PA; 1994:695-696.
- 2- Manivannan A, Sharp PF, Phillips RP, Forrester JV. Digital fundus imaging using a scanning laser ophthalmoscope. *Physiol Meas.* 1993; 14(1): 43-56.
- 3- Webb RH, Hughes GW, Delori FC. Confocal scanning laser ophthalmoscopy. *Appl Opt.* 1987; 26(8): 1492-9.
- 4- Tyleer ME. Stereo fundus photography: principles and techniques. In: Saine PJ Tyler ME. eds. *Ophthalmic Photography: Retinal Photography, Angiography, and Electronic Imaging.* 2nd ed. Boston: Butterworth-Heinemann; 2002:118-135.
- 5- Nalçacı S. Fundus Fotoğrafisi: Dijital, Konfokal Lazer Scanning Oftalmoskopi (cSLO) (Renkli, Red-free, Infrared Görüntüleme) Teknik, Endikasyonlar ve Değerlendirme (Analiz). *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics* 2015; 8(2): 1-4
- 6- Batioğlu F. Arka Üveitlerde Görüntüleme Yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics* 2008, 1(2): 16-26.
- 7- Kinyoun JL, Martin DC, Fujimoto WY, Leonetti DL. Ophthalmoscopy versus fundus photographs for detecting and grading diabetic retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992; 33(6): 1888-93.
- 8- Wilkinson CP, Ferris FL 3rd, Klein RE, Lee PP, Agardh CD, Davis M, et al; Global Diabetic Retinopathy Project Group. Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology.* 2003; 110(9): 1677-82.
- 9- Figueiredo Neto JA, Palácio GL, Santos AN, Chaves PS, Gomes GV, Cabral TS. Direct ophthalmoscopy versus detection of hypertensive retinopathy: a comparative study. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95(2):215-21.
- 10- Mokwa NF, Ristau T, Keane PA, Kirchhof B, Sadda SR, Liakopoulos S. Grading of Age-Related Macular Degeneration: Comparison between Color Fundus Photography, Fluorescein Angiography, and Spectral Domain Optical Coherence Tomography. *J Ophthalmol.* 2013; 2013: 385915.



Doç. Dr. Mehmet ÇITIRIK

Doç. Dr. Mehmet ÇITIRIK, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. SSK Ankara Göz Hastalıkları Merkezi ve Göz Bankası'nda Asistanlık eğitimini tamamlayarak, 2002 yılında Göz Hastalıkları Uzmanı oldu. Sonrasında Erzincan Asker Hastanesi'nde vatani görevini yaptı. 2004 yılında SB Ankara Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde göreve başladı. 2012 yılında Doçent oldu ve halen eğitim görevlisi olarak göreve devam etmektedir. 100 den fazla Ulusal ve Uluslararası makalesi bulunmaktadır. Türk Oftalmoloji Derneği Tıbbi Retina, Cerrahi Retina, Oküler Travma ve Temel Eğitim ve Mesleki Planlama birim üyesidir.