

Sağlıklı Bireylerde Optik Koherens Tomografi Cihazının Farklı Çekim Modlarıyla Maküla Kalınlığının Değerlendirilmesi

Evaluation of Macular Thickness Measurement in Healthy Subjects Using Different Scanning Modes of Optical Coherence Tomography

Fatih ULAŞ¹, Adem SOYDAN², Mehmet BALBABA³, Serdal ÇELEBİ⁴

ÖZ

Amaç: Sağlıklı, genç bireylerde optik koherens tomografi (OKT) cihazının hızlı maküla kalınlığı ölçüm modu ve arka kutup analiz (PPA) ölçüm modu ile elde edilen maküla kalınlığı ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Bu geriye dönük çalışmaya Mart 2012-Ağustos 2012 tarihleri arasında göz polikliniğine başvuran, yaşları 20-30 arası değişen, daha önce geçirilmiş kronik bir göz hastalığı hikayesi olmayan 70 sağlıklı, genç birey dahil edildi. Hastaların 35'i (%50) erkek ve 35'i (%50) kadındı. Çalışmaya olguların sadece sağ gözlerinin maküla kalınlığı ve PPA ölçümleri dahil edildi. OKT cihazı ile hızlı maküla kalınlığı ve PPA ölçüm modlarının çekim ayarları değiştirilmeksizin rastgele sırayla ölçümler alındı. Ölçümler tek seansta, aynı deneyimli doktor tarafından ve pupil dilatasyonu uygulanmaksızın gerçekleştirildi. Hızlı maküla kalınlığı ve PPA modları ile alınan ölçümler arasındaki farkın istatistiksel analizi eşleştirilmiş örneklem t-testi ile yapıldı. Bu çekim modlarında alınan ölçümlerin uyumu sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC), ölçüm sonuçlarının dağılımını belirlemek için varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplandı.

Bulgular: Hızlı maküla kalınlığı ve PPA modları ile alınan ölçümlerde değerlendirilen tüm segmentlerde ölçümler arasında fark saptanmadı (p değerleri 0.055 ile 0.571 arası). Her iki mod ile yapılan ölçümlerde, değerlendirilen tüm segmentlerin ICC değerleri 0.984 ile 0.992 aralığı gibi yüksek düzeylerde saptandı. CV değerleri ise hızlı maküla çekim ve PPA modlarında sırasıyla %4.40-5.79 ve %4.33-5.76 aralığı gibi oldukça düşük düzeylerdeydi.

Sonuç: Sağlıklı, genç bireylerde, OKT cihazı kullanılarak yapılan farklı modlardaki maküla kalınlığı ölçüm sonuçlarının uyumu oldukça yüksektir.

Anahtar Kelimeler: Arka kutup analizi, maküla kalınlığı, optik koherens tomografi.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the measurements of macular thickness obtained by the fast macular thickness scanning mode and posterior pole analysis (PPA) mode in healthy, young subjects using optical coherence tomography (OCT).

Materials and Methods: This prospective study was performed on 70 healthy, young subjects [35 (50%) males and 35 (50%) females] aged between 20 and 30 years who had no history of chronic eye disease and attended the ophthalmology outpatients between March 2012 and August 2012. Only the right eyes of the subjects were included to the study. Macular thickness measurements were performed with the default fast macular thickness scanning mode and PPA mode in random order. All OCT scans were performed by a single experienced physician without pupil dilation within one session. Statistical analyses of fast macular thickness scanning mode and PPA mode differences were performed using the paired samples t-test, the agreement of the measurements was analyzed using the intra-class correlation coefficient (ICC) and the dispersion of the measurements was analyzed using the coefficient of variation (CV).

Results: There was no statistically significant difference between the fast macular thickness scanning mode and PPA mode measurements of all evaluated segments (p values ranged between 0.055 and 0.571). ICC values for these measurements were very high and ranged between 0.984 and 0.992. CV values for the fast macular thickness scanning mode and PPA mode measurements were quite low and ranged between 4.40-5.79% and 4.33-5.76%, respectively.

Conclusion: The fast macular thickness scanning mode and PPA mode measurements using OCT have quite high agreement in healthy, young subjects.

Key Words: Macular thickness, optical coherence tomography, posterior pole analysis.

- 1- M.D. Asistant Professor, Abant İzzet Baysal University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Bolu/TURKEY
ULAS F., fatihu44@yahoo.com
- 2- M.D. Asistant, Abant İzzet Baysal University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Bolu/TURKEY
SOYDAN A., ademsoydan@hotmail.com.tr
- 3- M.D., Special Malatya EGM Hospital Eye Clinic, Malatya/TURKEY
BALBABA M., mbalbaba@yahoo.co.uk
- 4- M.D. Professor, Abant İzzet Baysal University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Bolu/TURKEY
CELEBİ S., scelebi_63@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 09.09.2012
Kabul Tarihi - Accepted: 20.12.2012
Ret-Vit 2013;21:38-42

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D. Asistant Professor,
Fatih ULAŞ
Abant İzzet Baysal University Faculty of Medicine,
Department of Ophthalmology, Gököy-Bolu/TURKEY

Phone: +90 374 253 46 56
E-Mail: fatihu44@yahoo.com

GİRİŞ

Optik koherens tomografi (OKT) düşük koherensli interferometri kullanarak biyolojik dokuların değişik tabakalarındaki ışık yansımalarını değerlendiren invazif olmayan bir tanı yöntemidir. Vitreoretinal hastalıkların tanı ve takibinde önemli bir yere sahiptir.

İlk defa Huang ve ark.,¹ tarafından 1991 yılında tanımlanmıştır. OKT diyabetik maküler ödem ve yaşa bağlı maküla dejenerasyonu gibi retina hastalıklarının değerlendirilmesinde, glokom hastalarının tanı ve takibinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle Fourier prensibi ile çalışan yeni jenerasyon OKT (FD-OKT) cihazları daha kısa sürede ölçüm alabildiği için göz hareketlerinden daha az etkilenmekte olup, daha az artefakt oluşumu ve daha yüksek çözünürlükte görüntüleme sağlamaktadır.²

OKT cihazı ile yapılan ölçümlerin doğruluğunda iç ve dış retina sınırlarının doğru segmentasyonu önem taşımaktadır.³ Doku katmanlarını saptama hassasiyeti daha fazla, tarama zamanı daha kısa olan FD-OKT cihazları ile yapılan retina analizlerinin duyarlılığı ve tekrarlanabilirliğinin yüksek olmasında alınan kesit sayısı ve buna bağlı olarak değişen çekim süresinin önemli etkenler olduğu bildirilmiştir.⁴

Eski jenerasyon OKT cihazlarına göre daha hızlı olsalar da, FD-OKT cihazları özellikle çekim süresi uzayan yoğun tarama yapılan çekim modlarında göz hareketlerinden etkilenmektedir.⁵ Spectralis® OKT cihazının (Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Almanya) maküla taramasında en sık kullanılan modu 20°x20° alanda 25 adet B-mod tarama yapan hızlı maküla çekim modudur. Spectralis® OKT cihazının son yazılımı (5.3 sürümü) ile gelen arka kutup analizi (PPA) yazılımı ile alınan ölçümlerde ise 30°x25° alanda arka kutup 8x8 olarak 64 kareye bölünerek, arka kutup retina kalınlığının haritalaması ile birlikte gözün alt ve üst hemisferlerinin karşılaştırılması yapılmaktadır.

PPA ölçümlerindeki en önemli faktör, PPA ölçümlerinin görme alanı gibi arka kutuptaki lokalize değişiklikleri saptayabilecek olmasıdır. PPA ölçümlerinin en önemli dezavantajı ise literatürde bu ölçümlerin sonuçları ile ilgili veri olmamasıdır.

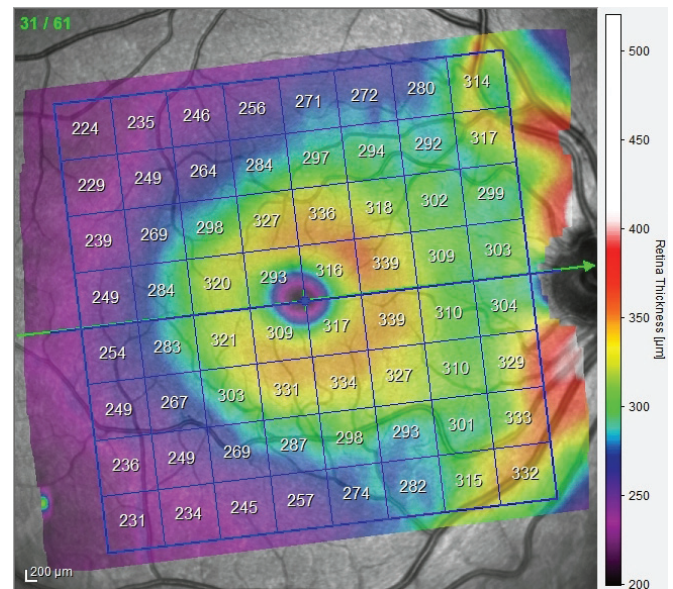
Hem PPA, hem de hızlı maküla çekim modlarında foveayı merkez alan 1 ve 3 mm çaplı daireler içerisinde kalan retina tabakalarının kalınlıkları elde edilebilmektedir. Literatürde OKT cihazı ile yapılan maküla analizi ile ilgili oldukça fazla veri varken, PPA analizi ile ilgili yayına pek rastlamadık.

Bu çalışmadaki amacımız sağlıklı bireylerde FD-OKT cihazı kullanarak, iki farklı çekim modunda alınan ortalama maküla kalınlıkları ölçümlerinin sonuçlarını karşılaştırmaktır.

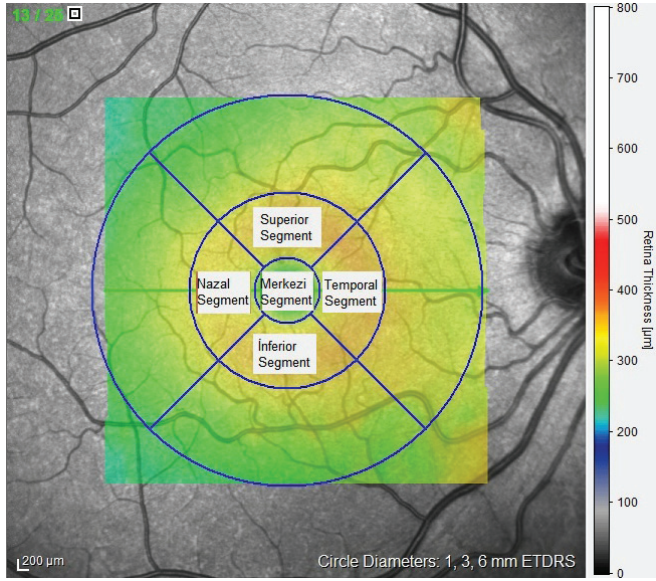
GEREÇ VE YÖNTEM

Bu geriye dönük çalışmaya Şubat 2012-Ağustos 2012 tarihleri arasında göz polikliniğine başvuran, yaşları 20-30 arası değişen, daha önce geçirilmiş kronik bir göz hastalığı hikayesi olmayan, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği 20/20 olan 70 sağlıklı bireyin sağ gözleri çalışma kapsamına dahil edildi. Daha önce göz cerrahisi geçirmiş, glokom ve üveit gibi kronik göz rahatsızlığı bulunan, çukurluk-disk oranı 0.5'in üzerinde olan ve göz içi basıncı 21 mmHg üzerinde ölçülen, sferik refraksiyon değerleri 3 diyoptri, silindirik refraksiyon değerleri 1 diyoptrinin üzerinde olan olgular dahil edilmedi. Olgulara çalışma ile ilgili bilgi verilerek yazılı onamaları alındı. Olgulara ön ve arka segment biyomikroskopik muayenesi, otorefraktometre ve düzeltilmiş en iyi görme keskinliği ve Goldmann applanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçümünü de içeren göz muayenesi yapıldı.

Olguların 35'i (%50) erkek ve 35'i (%50) kadındı. Olguların OKT çekimleri sikloplejisiz olarak yapıldı ve ölçüm sonuçları üzerinde hiçbir düzeltme yapılmadı. OKT çekimleri aynı deneyimli doktor tarafından tek seansta gerçekleştirildi. Ölçüm güvenilirliğini sağlamak amacıyla görüntü kalitesini belirten değer 20'nin üzerinde olan ölçümler çalışmaya dahil edildi. Olgulara rastgele sırayla PPA ve hızlı maküla kalınlığı ölçüm modları ile ölçümler yapıldı. OKT çekimleri 5.3 yazılımı yüklü Spectralis® OKT cihazı (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) ile cihazda bulunan PPA ve hızlı maküla kalınlığı ölçüm modları değerlerinde değişiklik yapılmaksızın gerçekleştirildi. Hızlı maküla kalınlığı ölçüm modunda OKT cihazı 20°x20° büyüklüğünde alanı tarar. Hızlı maküla kalınlığı modu ölçümünde yüksek hızda, ortalaması alınan imaj sayısı (ART) değeri 9, tarama yapılan kesit eğimi 0°, tarama aralığı 240 µm olan toplam 25 kesitin değerlendirilmesi yapılmaktadır.



Resim 1: Arka kutup analizi segmentasyonu (8x8).



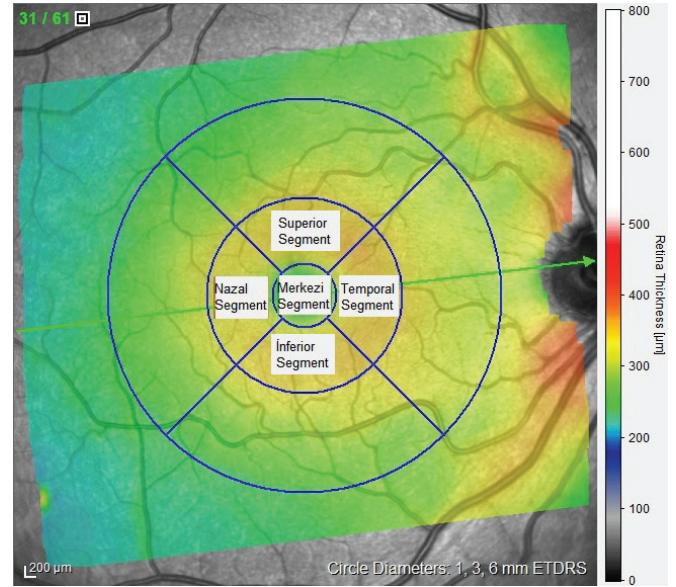
Resim 2: Hızlı maküla kalınlığı ölçüm moduna ait dairesel maküla kalınlığı haritası. Küçük dairenin çapı 1 mm, ortadaki dairenin çapı 3 mm ve büyük dairenin çapı 6 mm'dir.

PPA ölçümlerinin analizi içinse cihaz $30^{\circ} \times 25^{\circ}$ büyüklüğünde alanı tarar (Resim 1). PPA ölçüm modunda ise yüksek hızda, ortalaması alınan imaj sayısı (ART) değeri 9, tarama yapılan kesit eğimi 7° , tarama aralığı $120 \mu\text{m}$ olan toplam 61 kesitin değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Santral maküla kalınlığı için hem PPA hem de hızlı maküla kalınlığı ölçüm modunda elde edilen 1 mm çaplı santral maküla segmenti ölçümünün ve 3 mm çaplı maküla santralini çevreleyen alanının superior, inferior, temporal ve nazal segmentlerinin ölçüm sonuçları değerlendirildi (Resim 2,3). Maküla kalınlığı ölçüm modunda 6 mm çaplı dairedeki segmentler tam olarak değerlendirilmediği için bu segmentler çalışmaya dahil edilmedi. Sonuçların değerlendirilmesi her iki çekim modu içinde daire merkezi foveanın en ince yeri olacak şekilde manuel olarak düzeltildikten sonra yapıldı.

Sonuçların istatistiksel analizi SPSS for Windows 17.0 programı ile yapıldı. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verildi ve p değeri 0.05'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ölçümler arasındaki farkın istatistiksel analizinde eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanıldı.

Her iki mod ölçüm sonuçları arasındaki uyumun değerlendirilmesi sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) hesaplanarak belirlendi. ICC değeri aynı gruptaki her ögenin birbirine ne kadar benzediğini belirtir ve ICC değeri ile ilgili genel olarak kabul gören değerlendirmede 0-0.2 arası çok az tekrarlanabilirlik, 0.21-0.4 arası az tekrarlanabilirlik, 0.41-0.6 arası orta tekrarlanabilirlik ve 0.61-0.8 arası belirgin tekrarlanabilirlik, 0.81-1.0 arası çok iyi tekrarlanabilirlik olarak kabul edilmektedir.



Resim 3: PPA moduna ait dairesel maküla kalınlığı haritası. Küçük dairenin çapı 1 mm, ortadaki dairenin çapı 3 mm ve büyük dairenin çapı 6 mm'dir.

Ölçümlerin dağılımı bir olasılık dağılımı için normalize edilmiş istatistiksel yayılma ölçüsü olan varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanarak belirlendi. CV değeri standart sapmanın ortalamaya oranı olup, %10'un altında olması tercih edilmektedir.

BULGULAR

Maküla kalınlıklarının dağılımının normal ve homojen olduğu sırasıyla tek örneklem Kolmogorov Smirnov testi ve değişkenlerin homojenite testi ile saptandı (p değeri tüm ölçüm değerleri için sırasıyla 0.58-1.00 aralığında ve 0.83-0.95 aralığındaydı). Bu nedenle hızlı maküla kalınlığı ve PPA modlarında alınan ölçümler arasındaki farkın istatistiksel analizinde parametrik test (eşleştirilmiş örneklem t-testi) kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen olguların klinik ve demografik özellikleri tablo 1'de verilmiştir. Hızlı maküla kalınlığı ve PPA modlarında ölçülen maküla kalınlıkları tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Olguların klinik ve demografik değerleri.

	Ortalama	SD ^a	Aralık
Yaş (yıl)	23.60	2,22	20-30
Sferik ekivalan değeri (Diyoptri)	(-) 0.78	1,16	(-) 3.25-2.25
Göz içi basıncı (mmHg)	14.19	2,23	11-19
DEİGKb (LogMAR)	0.0	0,0	0.0
VKİc (kg/m ²)	23.57	2,14	20.07-26.95

^a SD: Standart Sapma, ^b DEİGK: Düzeltilmiş En İyi Görme Keskinliği, ^c VKİ: Vücut Kitle İndeksi.

Tablo 2: PPA^a ve hızlı maküla kalınlığı ölçüm modu ile elde edilen maküla kalınlıkları değerleri.

	Hızlı Mod Maküla			PPA ^a			P değeri ^d
	Ortalama	SD ^b	CV ^c	Ortalama	SD ^b	CV ^c	
Merkezi segment	261.36	15.13	5.79	261.54	15.07	5.76	0.571
Superior segment	349.43	15.36	4.40	349.0	15.11	4.33	0.061
İnferior segment	347.01	16.23	4.68	346.51	16.01	4.62	0.055
Nazal segment	348.31	15.70	4.51	348.06	15.64	4.49	0.429
Temporal segment	335.46	15.51	4.62	335.06	15.18	4.53	0.076

^a PPA: Arka Kutup Analizi, ^b SD: Standart Sapma, ^c CV: Varyasyon Katsayısı, ^d Eşleştirilmiş örneklem t-testi p değeri.

Tablo 3: PPA^a ve hızlı maküla kalınlığı ölçüm modu ile elde edilen maküla kalınlıkları değerlerinin ICC^b ve Cronbach alfa değerleri.

	ICC ^b	Cronbach alfa değeri
Merkezi segment	0.984	0.992
Superior segment	0.992	0.996
İnferior segment	0.992	0.996
Nazal segment	0.991	0.996
Temporal segment	0.985	0.992

^a PPA: Arka Kutup Analizi, ^b ICC: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı.

Hızlı maküla kalınlığı ve PPA modlarında ölçülen maküla kalınlıkları değerlendirildiğinde ölçümler arasında hiçbir segmentte anlamlı bir farklılık saptanmadı (Tablo 2). İki farklı moddaki OKT ölçümlerinin ICC ve Cronbach alfa değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 3). ICC değerleri PPA ve hızlı maküla çekim modları için sonuçlar arasında çok iyi uyumun olduğunu göstermektedir. (0.98 ve üzeri).

ICC değeri hesaplamasında ölçülen parametrenin güvenilirliğini gösteren Cronbach alfa değeri de tüm parametreler için oldukça yüksek bulundu (0.99 ve üzeri). Ölçümlerin CV değerleri tablo 2'de verilmiştir. Hızlı maküla kalınlığı ölçüm ve PPA modları için CV değeri tüm segmentlerde sırasıyla %5.79 ve %5.76 değerlerinin altında olup, tüm segmentlerde PPA'ya ait CV değerleri hızlı maküla çekim modu CV değerlerinden biraz daha düşüktü.

TARTIŞMA

Yeni jenerasyon FD-OKT cihazları dokudan yansıyan ışığı algılamada spektrometri kullanarak daha yüksek aksiyel çözünürlükte ve kısa sürede tarama yapar. Yapılan çalışmalarda TD-OKT ile FD-OKT cihazlarının retina kalınlığı ölçüm sonuçları karşılaştırılmış ve FD-OKT cihazıyla yapılan ölçümlerde retina kalınlığının istatistiksel olarak anlamlı derecede kalın olduğu bulunmuştur.⁶

Ayrıca FD-OKT ile ölçülen ölçümlerinin tekrarlanabilirliği TD-OKT ile ölçülenden daha yüksek olarak bulunmuştur.⁶ Bu durum FD-OKT cihazlarının görüntü çözünürlüğünün daha yüksek olması, görüntü elde etmenin daha hızlı olması ve Spectralis® OKT cihazında var olan göz takibi (eye tracking) ve fovea-disk ayarlaması (fovea to disc alignment) gibi yazılımlar ile birleşmesine bağlanmaktadır.⁷

Her ne kadar FD-OKT cihazları yüksek hızda çalışsalar ve göz takibi gibi yazılımlar ilave edilmiş olsa da koopere olamayan ve kötü fiksasyonu olan olgularda göz hareketleri retina kalınlığı ölçüm sonuçlarını etkilemeye devam etmektedir.⁸ OKT çekimlerinin kalitesini etkileyen pek çok faktör mevcuttur. Bunlar arasında hastanın kooperasyonu, fiksasyonu ve refraksiyon değerleri sayılabilir.⁹ Hatta kullanılan OKT cihazlarından elde edilen sonuçlar bile farklılık gösterebilir.¹⁰

Görme düzeyi düştükçe olguların fiksasyonu zorlaşacağından, çekim kalitesi düşer ve olguların takibi için kullanılacak OKT sonuçlarının güvenilirliği azalır. Ayrıca tarama yoğunluğu arttıkça çekim süresi daha da uzayacak ve koopere olamayan, fiksasyonu kötü olan olgularda çekim kalitesi iyice düşecektir.

Ancak, diğer taraftan tarama yoğunluğu arttıkça retina kalınlığı ölçüm sonuçlarındaki hata oranlarının düştüğü rapor edilmiştir.⁴

Çalışmamızda, CV değerlerinin PPA modunda yani tarama yoğunluğu daha fazla olan modda daha düşük çıkması Satta ve ark.nın sonuçlarını doğrulamaktadır.⁴ Çalışmamıza sağlıklı, genç bireyleri dahil ettiğimiz için bu grupta; gerek yüksek hasta kooperasyonu, gerekse iyi fiksasyon düzeyleri nedeniyle iki farklı mod ölçümlerinin bu kadar benzer sonuçlar verdiğini düşünüyoruz. Yaş grubu, fiksasyonu ve kooperasyonu farklı olgularda sonuçlar farklı çıkabileceğini düşünüyoruz.

Burada dikkat edilmesi gereken noktanın farklı hasta grupları için ideal tarama yoğunluğunun belirlenmesi olduğunu düşünüyoruz.

Çalışmamızda sağlıklı bireylerde her iki mod çekimlerinde de ölçümlerin birbirleriyle yüksek derecede uyumlu olduğunu saptadık. PPA, özellikle glokom olgularının takibinde kullanılabilecek Spectralis® OKT cihazı için son dönemde geliştirilmiş oldukça yeni bir yazılımdır. Bu nedenle PPA ile ilgili pek fazla veri yoktur. PPA'nın en önemli avantajı PPA'da 30°x25° büyüklüğünde arka kutubu büyük oranda içine alan ve görme alanı değerlendirmelerinde fonksiyonel olarak değerlendirilen arka kutbun anatomik olarak değerlendirilip aralarında korelasyon kurulabilecek şekilde verilerin elde edilmesidir. Cihazın ölçümlerinin tekrarlanabilirliği ve sonuçların tutarlılığı ICC ve CV değerleri gibi parametrelerle ortaya konulabilmektedir. Çalışmamızda değerlendirilen PPA ve hızlı maküla kalınlığı ölçüm modu parametrelerinin ICC değeri oldukça yüksekken, CV değerleri de oldukça düşüktü. PPA ölçümleri ile ilgili elimizde yeterli klinik veri olup, PPA ölçümlerinin tekrarlanabilirliğinin yanı sıra tekrar üretilebilirliği ve görme alanıyla korelasyonunu göstermeye yönelik yapılacak yeni çalışmalar, glokom olgularının tanı ve takibinde PPA ölçümlerinin önemini ortaya koyacaktır.

Sonuçlarımızı değerlendirirken dikkat edilmesi gereken iki nokta mevcuttur. Birincisi çalışmamıza iki ölçüm modunu karşılaştırabileceğimiz segment değerlerini kullandık. Bu nedenle damarların yoğun olduğu segmentlerde PPA ölçüm sonuçlarının farklı olacağını düşünüyoruz. İkinci nokta ise PPA modunda alınan ölçümlerin hızlı maküla kalınlığı ölçüm modu ölçümlerine göre biraz daha uzun sürede gerçekleşmesidir. Bu nedenle uzun süre koopere olamayacak veya görme keskinliği düşük olgularda PPA'nın tekrarlanabilirliği ile ilgili ek çalışmalar yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

Sonuç olarak sağlıklı, genç bireylerde Spectralis® OKT cihazı kullanılarak yapılan hızlı maküla kalınlığı ve yeni geliştirilen PPA ölçüm modlarının sonuçlarının birbirleriyle uyumu çok yüksektir. Ancak farklı yaş grubu, kooperasyon ve fiksasyon düzeyi olan olgularda optimum tarama yoğunluğunun belirlenmesi için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
2. Sull AC, Vuong LN, Price LL, et al. Comparison of spectral/ fourier domain optical coherence tomography instruments for assessment of normal macular thickness. *Retina* 2010;30:235-45.
3. Hee MR, Puliafito CA, Wong C, et al. Quantitative assessment of macular edema with optical coherence tomography. *Archives of ophthalmology* 1995;113:1019-1029.
4. Satta SR, Keane PA, Ouyang Y, et al. Impact of scanning density on measurements from spectral domain optical coherence tomography. *Investigative ophthalmology&visual science* 2010;51:1071-1078.
5. Drexler W, Fujimoto JG. State of the art retinal optical coherence tomography. *Progress in retinal and eye research* 2008;27:45-88.
6. Paunescu LA, Schuman JS, Price LL, et al. Reproducibility of nerve fiber thickness, macular thickness and optic nerve head measurements using Stratus OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:1716-24.
7. Aydın A, Akyan Ü, Günay C, ve ark. Spektral optik koherens tomografi ile yapılan peripapiller retina sinir lifi tabakası kalınlık ölçümlerinin güvenilirliği. *Glo-Kat* 2009;4:43-7.
8. Hammer DX, Ferguson RD, Magill JC, et al. Active retinal tracker for clinical optical coherence tomography systems. *Journal of biomedical optics* 2005;10:024038.
9. Sung KR, Kim DY, Park SB, et al. Comparison of retinal nerve fiber layer thickness measured by Cirrus HD and Stratus optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2009;116:1264-70.
10. Giani A, Cigada M, Choudhry N, et al. Reproducibility of retinal thickness measurements on normal and pathologic eyes by different optical coherence tomography instruments. *Am J Ophthalmol* 2010;150:815-24