

Sağlıklı Bireylerde Optik Koherens Tomografi Cihazı Kullanılarak Yapılan Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı ve Arka Kutup Analiz Ölçümlerinin Tekrarlanabilirliği

Repeatability of Retinal Nerve Fiber Layer Thickness and Posterior Pole Analysis Measurements in Healthy Subjects Using Optical Coherence Tomography

Fatih ULAŞ¹, Adem SOYDAN², Mehmet BALBABA³, Serdal ÇELEBİ⁴

ÖZ

Amaç: Sağlıklı bireylerde optik koherens tomografi (OKT) cihazı kullanılarak yapılan retina sinir lifi tabakası kalınlığı (RSLT) ve arka kutup analiz (PPA) ölçümlerinin tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Yaşları 20 ile 30 arasında değişen 50 sağlıklı bireyin sağ gözlerinde RSLT kalınlığı ve PPA ölçümleri yapıldı. Hastaların 25'i (%50) erkek ve 25'i (%50) kadındı. OKT cihazı ile RSLT ve PPA çekim ayarları değiştirilmeksizin rastgele sırayla ilk ölçümler alındıktan sonra hastanın başını geri çekip, OKT cihazının ayarları ve pozisyonu değiştirilmesi için en az 10 saniye beklenildi ve sonrasında ikinci ölçümler alındı. RSLT kalınlığı ölçümlerinin istatistiksel analizi, cihazın yaptığı segmentasyonlardan elde edilen yedi segmentin sonuçları değerlendirilerek yapıldı. PPA ölçümlerinin istatistiksel analizinde ise 8x8 olarak karelere bölünmüş arka kutubun superotemporal ve inferotemporal köşelerindeki karelerin ve santral makulayı çevreleyen merkezdeki dört karenin ölçüm sonuçları değerlendirildi. Tekrarlanan RSLT ve PPA ölçümleri arasındaki farkın istatistiksel analizi eşleştirilmiş örneklem t-testi ile yapıldı. RSLT ve PPA ölçümlerinin tekrarlanabilirliği sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) değerleri hesaplanarak belirlendi.

Bulgular: RSLT ve PPA ölçümlerinde değerlendirilen tüm segmentlerde birinci ve ikinci ölçümler arasında fark saptanmadı (p değerleri 0.06 ile 0.91 arası). RSLT ve PPA ölçümlerinde değerlendirilen tüm segmentlerin ICC değerleri ise 0.90 ile 0.99 arası değişmekteydi.

Sonuç: Sağlıklı bireylerde OKT cihazı kullanılarak yapılan RNFL ve PPA ölçümlerinin tekrarlanabilirliği çok yüksektir.

Anahtar Kelimeler: Arka kutup analizi, optik koherens tomografi, retina sinir lifi tabakası, tekrarlanabilirlik.

ABSTRACT

Purpose: To determine the retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness and posterior pole analysis (PPA) and their repeatability in healthy subjects using optical coherence tomography (OCT).

Materials and Methods: RNFL thickness and PPA were measured from the right eyes of 50 healthy subjects [25 (50%) male and 25 (50%) female] aged between 20 and 30 years. After the first measurement with default RNFL and PPA mode in random order, subjects withdrew their heads and rested for 10 sec and then the second measurements were taken. For statistical analysis of RNFL measurements, seven segments of the RNFL measurement mode of the instrument were evaluated. For statistical analysis of PPA measurements, the most temporal superior and most temporal inferior cells and central macular four cells of the 8x8 grid of PPA output were used. Statistical analyses of RNFL thickness and PPA differences were determined using the paired samples t-test and the repeatability of the measurements was analyzed using the intra-class correlation coefficient (ICC).

Results: There was no statistically significant difference between the first and the second measurements of all evaluated segments of RNFL and PPA (p values ranged between 0.06 and 0.91). ICC values for the first and the second RNFL and PPA measurements ranged between 0.90 and 0.99.

Conclusion: RNFL and PPA measurements using OCT have high repeatability in healthy subjects.

Key Words: Optical coherence tomography, posterior pole analysis, repeatability, retinal nerve fiber layer.

- 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., ademooydan@hotmail.com.tr
- 3- M.D., Malatya EGM Hayat 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: 19.07.2012

Kabul Tarihi - Accepted: 15.08.2012

Glo-Kat 2012;7:234-238

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

Phone: +90 535 229 76 77

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. İlk defa Huang ve ark.,¹ tarafından 1991 yılında tanıtılmıştır. 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 glokom olgularının tanı ve takibinde temel olarak retina sinir lifi tabakası (RSLT) analizi kullanılmaktadır. RSLT analizi ile sinir lifi kaybı olmadan akson fonksiyon kaybının saptanması mümkün olmaktadır.³ Bu yüzden özellikle doku katmanlarını saptama hassasiyeti daha fazla, tarama zamanı daha kısa olan yeni jenerasyon OKT cihazları ile yapılan RSLT analizlerinin duyarlılığı ve tekrarlanabilirliğinin yüksek olması glokomun erken evrede saptanmasını sağlamaktadır.³⁻⁴ Spectralis® OKT cihazının (Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Almanya) son yazılımı (5.3 sürümü) ile gelen arka kutup analizi (PPA) yazılımı ile alınan ölçümlerde arka kutup 8x8 olarak 64 kareye bölünerek, arka kutup retina kalınlığının haritalaması ile birlikte gözün alt ve üst hemisferlerinin karşılaştırılması yapılır. PPA ölçümlerindeki en önemli faktör, PPA ölçümlerinin görme alanı gibi arka kutuptaki lokalize değişiklikleri saptayabilecek olmasıdır.

Literatürde OKT cihazı ile yapılan RSLT analizi ile ilgili oldukça fazla veri varken PPA analizi ile ilgili yayına pek rastlamadık. Bu çalışmadaki amacımız sağlıklı bireylerde FD-OKT cihazı kullanarak RSLT kalınlığını ve PPA ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

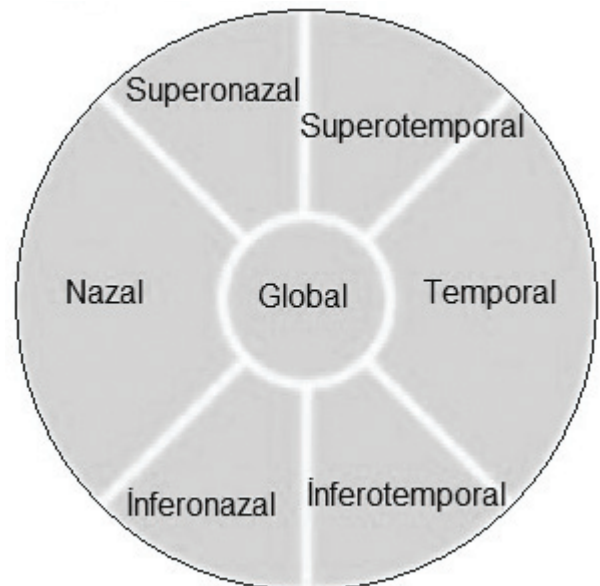
Bu geriye dönük çalışmaya Aralık 2011-Mart 2012 tarihleri arasında göz polikliniğine başvuran, yaşları 20-30 arası değişen, daha önce bir göz hastalığı hikayesi olmayan, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği 20/20 olan 50 sağlıklı bireyin sağ gözleri çalışma kapsamına dahil edildi. Daha önce göz cerrahisi 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 5 diyoptri, silindirik refraksiyon değerleri 3 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 keskinliğinin belirlenmesini de içeren göz muayenesi yapıldı. Olguların 25'i (50%) erkek ve 25'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.

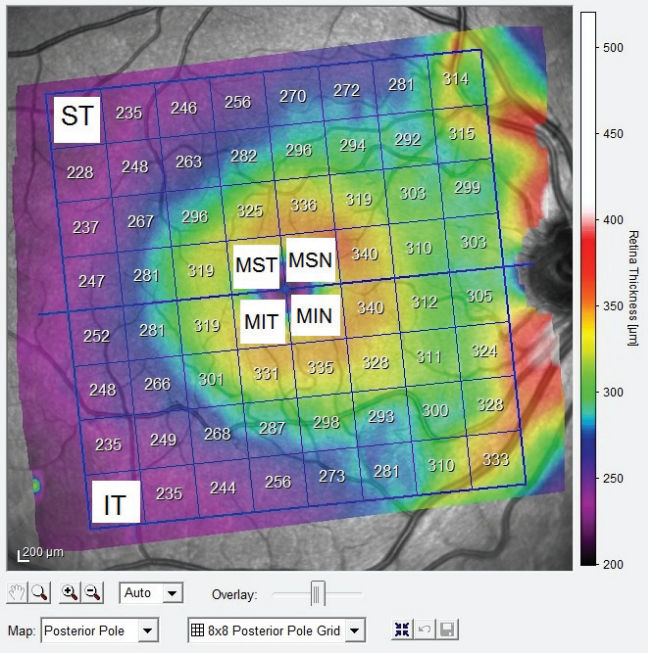
Ölçüm güvenilirliğini sağlamak amacıyla görüntü kalitesini belirten değer 20'nin üzerinde olan ölçümler çalışmaya dahil edildi. Olgulara öncelikle rastgele olarak PPA ve RSLT kalınlığı ölçümü yapıldı. Sonrasında hasta başını geri çekerek ve OKT cihazının ayarları ve pozisyonu değiştirilecek şekilde en az 10 saniye ara verildi.

Aradan sonra sıralaması rastgele olarak olguların ikinci defa PPA ve RSLT kalınlığı ölçümleri yapıldı. OKT çekimleri 5.3 yazılımı yüklü Spectralis® OKT cihazı (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) ile PPA ölçümü cihazda bulunan PPA modu değiştirilmeksizin ve RSLT kalınlığı cihazda bulunan dairesel tarama RSLT mod değerleri (otomatik gerçek zamanlı ölçüm fonksiyonu aktive edilmiş dairesel tarama) değiştirilmeksizin yapıldı.

RSLT kalınlığı için OKT cihazı 12° çapında alanı tarar. Çalışmamızda temporal, nazal, temporal superior, temporal inferior, nazal superior, nazal inferior sektörlerin ölçümlerinin ve bu sektörlerin ortalamasından elde edilen global ölçüm sonuçları değerlendirildi (Resim 1). PPA ölçümlerinin analizi içinse cihaz 30°x25° büyüklüğünde alanı tarar. Çalışmamızda 64 kareye bölünmüş alanlardan arka kutup köşelerindeki superotemporal ve inferotemporal karelerin değerleri ve foveayı çevreleyen merkezdeki dört karenin ölçüm sonuçları değerlendirildi (Resim 2).



Resim 1: Retina sinir lifi tabakası segmentasyonu.



Resim 2: Arka kutup analizi segmentasyonu (8x8).

Sonuçların istatistiksel analizi SPSS for Windows 17.0 programı ile yapıldı. Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verildi ve p değeri 0.05'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. RSLT ve PPA ölçümleri arasındaki farkın istatistiksel analizi eşleştirilmiş örneklem t-testi ile yapıldı.

Ölçümlerin tekrarlanabilirliği, sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) değerleri ve varyasyon katsayısı (CV) değerleri 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. CV değeri ise standart sapmanın ortalamaya oranı olup, %10'un altında olması tercih edilmektedir.

Tablo 1: Olguların demografik ve klinik özellikleri.

	N (±SD*)	Sınır değerler
Yaş (yıl)	23.52±2.70	20-30
Sferik ekivalan değeri (diyoptri)	-1.06±1.00	(-)3.75-(+)0.50
Göz içi basıncı (mmHg)	14.42±1.67	10-20

* SD: Standart Sapma.

bilirlik, 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. CV değeri ise standart sapmanın ortalamaya oranı olup, %10'un altında olması tercih edilmektedir.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen olguların klinik ve demografik özellikleri tablo 1'de verilmiştir. Birinci ve ikinci ölçümlerdeki PPA ve RSLT kalınlıkları tablo 2 ve tablo 3'de verilmiştir. Birinci ve ikinci ölçümlerde PPA ve RSLT kalınlıkları değerlendirildiğinde ölçümler arasında PPA ve RSLT kalınlığı için anlamlı bir farklılık saptanmadı (Tablo 2,3). Ancak RSLT kalınlığı için nazal segmentlerin birinci ve ikinci ölçümlerdeki değişkenliği temporal segmentlere göre daha yüksekti. OKT ölçümlerinin RSLT kalınlığı ve PPA için ICC ve Cronbach alfa değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 4). ICC değerleri RSLT kalınlığı ve PPA için çok iyi tekrarlanabilirlik değerlerinde saptandı (0.90 ve üzeri).

Tablo 2: Birinci ve ikinci ölçümlerdeki retina sinir lifi tabakası kalınlıkları.

		Ortalama	SD*	p**	CV***
Global	Birinci Ölçüm	99.90	7.60	0.56	%7.61
	İkinci Ölçüm	99.78	7.77		%7.79
Temporal	Birinci Ölçüm	72.76	6.62	0.78	%9.10
	İkinci Ölçüm	72.88	6.43		%8.82
Superotemporal	Birinci Ölçüm	138.34	14.15	0.85	%10.23
	İkinci Ölçüm	138.20	15.05		%10.89
İnferotemporal	Birinci Ölçüm	151.14	15.63	0.84	%10.34
	İkinci Ölçüm	150.96	15.10		%10.00
Nazal	Birinci Ölçüm	73.34	11.73	0.42	%15.99
	İkinci Ölçüm	72.84	11.46		%15.73
Superonazal	Birinci Ölçüm	105.84	18.57	0.43	%17.55
	İkinci Ölçüm	106.48	19.94		%18.73
İnferonazal	Birinci Ölçüm	109.88	18.39	0.91	%16.74
	İkinci Ölçüm	109.98	19.55		%17.78

* SD: Standart Sapma, **Eşleştirilmiş örneklem t-testi p değeri, ***CV: Varyasyon katsayısı.

Tablo 3: Birinci ve ikinci ölçümlerdeki arka kutup analizi kalınlıkları.

		Ortalama	SD*	p**	CV***
Maküla superotemporal	Birinci ölçüm	316.38	16.29	0.85	%5.15
	İkinci ölçüm	316.44	15.97		%5.05
Maküla inferotemporal	Birinci ölçüm	320.04	16.24	0.06	%5.07
	İkinci ölçüm	320.60	16.41		%5.12
Maküla superonazal	Birinci ölçüm	321.30	16.33	0.81	%5.08
	İkinci ölçüm	321.22	16.76		%5.22
Maküla inferonazal	Birinci ölçüm	319.38	15.21	0.80	%4.76
	İkinci ölçüm	319.28	15.89		%4.97
Arkat superotemporal	Birinci ölçüm	235.46	9.43	0.58	%4.01
	İkinci ölçüm	235.62	9.71		%4.12
Arkat inferotemporal	Birinci ölçüm	234.46	10.74	0.83	%4.58
	İkinci ölçüm	234.40	10.37		%4.42

* SD: Standart Sapma, **Eşleştirilmiş örneklem t-testi p değeri, ***CV: Varyasyon katsayısı.

ICC değeri hesaplamasında ölçülen parametrenin güvenilirliğini gösteren Cronbach alfa değeri de tüm parametreler için oldukça yüksek bulundu (0.95 ve üzeri). Ölçümlerin CV değerleri tablo 2 ve tablo 3'de verilmiştir. RSLT kalınlığı için temporal ve global segmentlerde CV değeri %10 ve altı seviyelerdeyken nazal segmentlerde %17 civarına yükselmektedir. PPA'da seçilen tüm segmentlerin CV değerleri ise %5 civarında bulundu.

TARTIŞMA

FD-OKT aksiyel çözünürlüğü artırarak ve tarama zamanını kısaltarak daha duyarlı ve güvenilir veriler elde etmeye yönelik çalışmalar sonucu ortaya çıkan, dokudan yansıyan ışığı algılamada spektrometri kullanan yeni jenerasyon cihazlardır.

Yapılan çalışmalarda TD-OKT ile FD-OKT cihazlarının RSLT kalınlık ölçüm sonuçları karşılaştırılmış ve FD-OKT cihazıyla yapılan ölçümlerde RSLT kalınlığının istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur.⁵⁻⁶ Ayrıca FD-OKT ile ölçülen RSLT ölçümlerinin tekrarlanabilirliği TD-OKT ile ölçülden daha yüksek olarak bulunmuştur. 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

OKT sonuçlarının tekrarlanabilirliğinin saptanması birçok çalışmada elde edilen farklı sonuçları yorumlayabilmemizi kolaylaştıracaktır. OKT çekimlerinin tekrarlanabilirliğini etkileyen pek çok faktör mevcuttur. Bunlar arasında hastanın kooperasyonu, fiksasyonu ve refraksiyon değerleri sayılabilir.⁸ Hatta kullanılan OKT cihazlarından elde edilen sonuçlar bile farklılık gösterebilir.⁹ Görme düzeyi düştükçe olguların fiksasyonu zorlaşacağından çekim kalitesi düşebilir ve olguların takibi için kullanılacak OKT sonuçlarının güvenilirliği azalır. Ayrıca maküla kalınlığı ölçümleri, RSLT kalınlığı ölçümlerine göre teknik olarak daha kolaydır, çünkü hasta fovea merkezine düşen internal bir hedefe fiksasyon yapmaktadır.

Son zamanlarda RSLT ölçümleri glokomun teşhis ve takibinde ve glokom şüphesi olan hastalarda önemli bir hale gelmiştir. Glokom hastalarında retina sinir liflerinin görme alanı bulguları ortaya çıkmadan önce %30-50'sinin kaybolduğu bilinmektedir.¹⁰ Bu bilgi günlük klinik pratiğimizde RSLT ve optik sinir başının analizi ile hastalığın daha erken saptanması için yeni cihazların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur.

Tablo 4: Retina sinir lifi tabakası kalınlıkları ve arka kutup analizi ölçümlerinin sınıf içi korelasyon katsayısı ve Cronbach alfa değerleri.

	ICC*	Cronbach alfa değeri
Global RSLT**	0.98	0.99
Temporal RSLT**	0.90	0.95
Superotemporal RSLT**	0.94	0.97
İnferotemporal RSLT**	0.92	0.96
Nazal RSLT**	0.93	0.96
Superonazal RSLT**	0.96	0.98
İnferonazal RSLT**	0.94	0.97
Maküla superotemporal	0.99	1.00
Maküla inferotemporal	0.99	1.00
Maküla superonazal	0.99	1.00
Maküla inferonazal	0.98	0.99
Arkat superotemporal	0.98	0.99
Arkat inferotemporal	0.98	0.99

*ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı, **RSLT: Retina sinir lifi tabakası.

Bu cihazların en önemlilerinden biri olan OKT, retinanın yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntülemesini sağlayan bir tekniktir ve RSLT kalınlığını tam veya sektöryel olarak ölçebilir. Sihota ve ark.,¹¹ yaptıkları çalışmada OKT ile RSLT ölçümlerinin glokomun erken evresinde bile glokomlu gözlerin normal gözlerden daha objektif ve kesin olarak ayrılmasında faydalı olabileceğini göstermişlerdir. Hoffman ve ark.,¹² görme alanı kayıp paternleri ve RSLT tabakası arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve sağlıklı gözlerdeki normal görme alanı ile glokomlu gözlerdeki görünüşte etkilenmemiş görme alanı arasındaki farklılıkların parapapiller RSLT kalınlıkları ile ilişkili olabileceğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda sağlıklı bireylerde RSLT kalınlığı ölçümlerinin özellikle temporal segmentlerde yüksek tekrarlanabilirliği 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 getirileri RSLT değerlendirmesinde sadece 12° çapında optik disk çevresi değerlendirilirken, 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 VC değerleri gibi parametrelerle ortaya konulabilmektedir. Çalışmamızda değerlendirilen PPA parametrelerinin ICC değeri oldukça yüksekken, CV değerleri de oldukça düşüktü. Çalışmamızda elde edilen veriler ışığında, sağlıklı bireylerde RSLT kalınlığı ve özellikle de değerlendirilen segmentlerde PPA ölçümlerinin yüksek düzeyde tekrarlanabilir olduğunu saptadık.

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 özellikle damarların yoğun olmadığı PPA segmentlerini dahil ederek retinanın tüm katlarının kalınlık sonucunu veren PPA ölçümlerini mümkün olduğunca sistol-diyastol etkisinden uzaklaştırmayı hedefledik. Damarların yoğun olduğu segmentlerde sonuçların farklı olacağını düşünüyoruz.

Bizim buradaki temel hedefimiz ölçüm sonuçlarını etkileyebilecek etkenleri mümkün olduğunca elimine ederek ideal şartlarda PPA ve RSLT kalınlığı ölçümlerini yaparak tekrarlanabilirliklerini değerlendirmektir. İkinci nokta ise PPA ölçümlerinin RSLT kalınlığı 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 bireylerde Spectralis® OCT cihazı kullanılarak yapılan RNFL ve yeni geliştirilen PPA ölçümlerinin tekrarlanabilirliği çok yüksektir. Özellikle glokom olgularında, FD-OKT cihazları için geliştirilen yeni yazılımlar olguların tanı ve takibine daha fazla katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991;22:1178-81.
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. Tekeli O. Glokomda optik koherens tomografi. *T Klin Oftalmol-Special Topics* 2012;5:46-53.
4. Leung CK, Cheung CY, Weinreb RN, et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2009;116:1257-63.
5. 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.
6. Leung CK, Chan WM, Chong KK, et al. Comparative study of retinal nerve fiber layer measurement by Stratus OCT and GDxVCC,I: correlation analysis in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:3214-20.
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. 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.
9. 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.
10. Mikelberg FS, Yidegiligne HM, Schulzer M. Optic nerve axon count and axon diameter in patients with ocular hypertension and normal visual fields. *Ophthalmology* 1995;102:342-8.
11. Sihota R, Sony P, Gupta V, et al. Diagnostic capability of optical coherence tomography in evaluating the degree of glaucomatous retinal nerve fiber damage. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:2006-10.
12. Hoffmann EM, Medeiros FA, Sample PA, et al. Relationship between patterns visual field loss and retinal nerve fiber layer thickness measurements *Am J Ophthalmol* 2006;141:463-71.