



Optovue RTVue Optik Koherens Tomografi Cihazının İki Farklı Tarama Modu ile Elde Edilen Maküla Kalınlık Ölçümlerinin Tekrarlanabilirliği ve Uyumu

Repeatability and Agreement of Macular Thickness Measurements Obtained with Two Different Scan Modes of the Optovue RTVue Optical Coherence Tomography Device

© Mehmet Kola, © Mehmet Önal, © Adem Türk, © Hidayet Erdöl

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye

Öz

Amaç: Optovue RTVue optik koherens tomografi (OKT) cihazının iki farklı retina tarama modu olan E-MM5 ve MM6 ile elde edilen maküla kalınlık ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini ve uyumunu değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya dahil edilen 30 sağlıklı gönüllü üzerinde OKT cihazının E-MM5 ve MM6 tarama modları kullanılarak üçer kez olmak üzere ardışık maküla kalınlık ölçümleri yapıldı. İki farklı tarama modundan elde edilen ve diyabetik retinopati erken tedavi çalışmasına göre dokuz anatomik bölgeye ayrılan bu ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve birbirleriyle olan uyumları istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen katılımcıların yaş ortalaması $29,7 \pm 6,39$ idi. Makülanın dokuz anatomik bölgesinde de gerek E-MM5 ve gerekse de MM6 tarama modlarında elde edilen ardışık OKT ölçümlerinin sınıf içi korelasyon (tüm ICC değerleri $\geq 0,86$) ve varyasyon katsayısı (tüm varyasyon katsayısı değerleri $\leq 2\%$) değerlendirmeleri yüksek tekrarlanabilirlik oranları ile netice vermişti. Katılımcıların foveal bölgedeki maküler kalınlık ortalamaları E-MM5 tarama modunda $243,76 \pm 21,79 \mu\text{m}$, MM6 tarama modunda $247,04 \pm 19,83 \mu\text{m}$ idi ($p=0,543$). Ayrıca parafoveal maküler bölgelerde E-MM5 ve MM6 tarama modlarında elde edilen ölçümlere ait değerlerin de istatistiksel olarak benzer olduğu görüldü (hepsi için $p>0,05$). Ancak superior bölge haricinde perifoveal maküla ölçümlerinin iki mod arasında istatistiksel olarak farklı olduğu müşahade edildi.

Sonuç: Optovue RTVue OKT cihazının gerek E-MM5 ve gerekse de MM6 tarama modlarıyla yapılan maküla kalınlık ölçümlerinin yüksek tekrarlanabilir ölçüm neticeleri verdiği görülmüştür. Ancak perifoveal bölgelerde E-MM5 ve MM6 modları ile gerçekleştirilen ölçümlerin farklı neticeler verdiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Göz, optik koherens tomografi, retina

Abstract

Objectives: To evaluate the repeatability and agreement of macular thickness measurements obtained with E-MM5 and MM6, two different scan modes, on the Optovue RTVue optic coherence tomography (OCT) device.

Materials and Methods: Three consecutive macular thickness measurements in 30 healthy volunteers were taken using the OCT device E-MM5 and MM6 scan modes. The repeatability and agreement of these measurements obtained from the two scan modes and divided into nine anatomical regions based on early treatment diabetic retinopathy study were subjected to statistical analysis.

Results: The mean age of the participants was 29.7 ± 6.39 years. Intraclass correlation (all ICC values ≥ 0.86) and coefficient of variation (all coefficient of variation values $\leq 2\%$) analyses of consecutive OCT measurements in the nine regions of the macula obtained in both E-MM5 and MM6 scan modes gave high repeatability rates. Mean macular thickness values in the foveal region were $243.76 \pm 21.79 \mu\text{m}$ in E-MM5 mode and $247.04 \pm 19.83 \mu\text{m}$ in MM6 mode ($p=0.543$). Values for measurements obtained in E-MM5 and MM6 scan modes in parafoveal macular regions were also statistically similar ($p>0.05$ for all). However, a statistically significant difference was observed between the two modes in perifoveal macular measurements, except in the superior region.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Adem Türk, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye

Tel.: +90 462 377 10 45 E-posta: doktorademturk@yahoo.com **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0002-9652-9317

Geliş Tarihi/Received: 23.03.2018 **Kabul Tarihi/Accepted:** 15.09.2018

©Telif Hakkı 2019 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

Conclusion: The Optovue RTVue OCT device gives highly repeatable measurement results for macular thicknesses in both E-MM5 and MM6 scan modes. However, it should be considered that measurements performed in E-MM5 and MM6 modes give different results in perifoveal regions.

Keywords: Eye, optical coherence tomography, retina

Giriş

Optik koherens tomografi (OKT) teknolojisindeki gelişmeler sebebiyle göz dokularından elde edilen görüntü çözünürlüğü oldukça yüksek hale gelmiştir. Dolayısıyla OKT incelemeleri ile günümüzde birçok göz rahatsızlığının tespiti için oldukça faydalı bilgiler elde edilebilmekte, hastaların daha ayrıntılı takibi ve tedavi cevabının daha hassas değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir.^{1,2,3,4,5,6} Bu yüzden günümüzde birçok göz hastalığının teşhis ve tedavisinde OKT cihazının kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.^{7,8,9,10,11,12} Bu durum ise daha hassas ve tekrarlanabilir OKT ölçümlerinin gerekliliğine sebep olmuştur.

Günümüzde birçok farklı firmanın ürettiği çeşitli türde OKT cihazları bulunmaktadır.¹³ Yapılan çalışmalarda birbirinden farklı algoritmalara sahip bu cihazların birbirinden farklı ölçüm neticeleri verdiği de bildirilmiştir.^{14,15} Bunlar arasında yer alan ve bir spektral domain OKT cihazı olan Optovue RTVue cihazında 830 nm dalga boyulu ışık kullanılarak incelenen dokuda saniyede 26.000 A mod tarama ile 5 µm çözünürlüğünde görüntü elde edebilmektedir. Cihazda mevcut olan E-MM5 ve MM6 isimli iki farklı tarama modu kullanılarak fovea merkezli maküler görüntülemeler elde edilebilmektedir.¹⁶ Maküla değerlendirmelerinde bahsedilen iki farklı görüntüleme modunun kullanıldığı hastalarda iki modun kıyasının ve tekrarlanabilirliğinin bilinmesi daha doğru teşhis ve tedavi imkanına vesile olabilir. Ancak literatüre bakıldığında bahsi geçen konu ile alakalı yeterli çalışmaların bulunmadığı görülmektedir. Bu yüzden bu çalışma Optovue RTVue markalı OKT cihazının iki farklı retina tarama modu olan E-MM5 ve MM6 ile elde edilen maküla kalınlık ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini ve uyumunu değerlendirmek amacıyla gerçekleştirildi.

Gereç ve Yöntem

Etik kurul onayı alındıktan sonra gerçekleştirildikten bu kesitsel çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirildi ve onamları elde edildi. Çalışmaya yaşları 19-44 arasında değişen ve kırma kusuru dışında ek herhangi bir göz problemi bulunmayan sistemik açıdan sağlıklı gönüllüler dahil edildi.

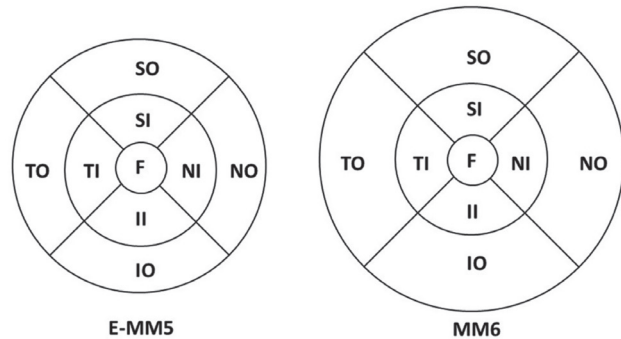
Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılarda detaylı göz muayeneleri gerçekleştirildi. Bu kapsamda otorefraktometre, en iyi tashihli görme keskinliği, göz içi basıncı ölçümü, biyomikroskop cihazı ile ön ve arka segment göz muayeneleri gerçekleştirildi. Göz muayenesinde kırma kusuru dışında ek bir göz patolojisi (şaşıklık, nistagmus, ptozis, kornea kesafeti, üveit, katarakt, makülopati, glaukom gibi) bulunan, kırma kusuru seviyeleri sferik eşdeğer cinsinden ± 4 D üzerinde olan, optic sinir muayenesinde çukur/disk oranı $\geq 0,4$ olan ya da her iki göze ait çukur/disk oranı değerleri arasında $\geq 0,2$ seviyesinde asimetri olan, göz içi basıncı seviyeleri 21 mmHg üzerinde

olan, daha önceden geçirilmiş göz cerrahisi ya da travma öyküsü bulunan, katılım konusunda gönülsüz ve muayene esnasında uyum gösteremeyen olgular çalışmadan dışlandı. Ayrıca sistemik açıdan hastalığı bulunan olgular da çalışmaya dâhil edilmedi.

OKT ölçümleri için bir spektral domain OKT olan Optovue RTVue (RT100, software version 6.3, Optovue Inc, Fremont, CA, ABD) cihazı çalışmada kullanıldı. Cihazda mevcut olan E-MM5 (0,9 saniyelik, dış 6x6 mm ızgara desenli, 668 A-taramadan oluşan 13 adet yatay ve 13 adet dikey çizgi ve her biri 400 A-taramadan oluşan 8 adet yatay ve 8 adet dikey çizgiden oluşan iç 4 x 4 mm ızgara desenli tarama) ve MM6 (0,27 saniyelik, her biri 1.024 A-taramadan oluşan 12 radyal tarama, 6 mm çaplı dairesel alanda) tarama modları kullanılarak katılımcılarda fovea merkezli ardışık üçer kez olmak üzere maküler ölçümler gerçekleştirildi.¹⁶ Tüm ölçümler aynı seansta, katılımcılar OKT cihazının sandalyesinden kalkmaksızın sadece başını cihazdan kaldırıp dinlenmeleri suretiyle 10 dakikalık bir zaman diliminde tamamlandı. OKT çekimleri esnasında göz hareketlerini engellemek amacıyla cihazın dahili fiksatorü kullanıldı ve hiçbir katılımcının pupilleri genişletilmedi. Tüm ölçümler OKT kullanımında tecrübeli aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Çalışmada kullanılan OKT çekimlerinin güvenilir olması için tüm çekimlerde artefakt bulunmaması, görüntülerin doğru merkezlenmiş olması, retinal dokuların iyi seçilebilecek şekilde sınırlarının aşık olmaları ve görüntü çekim güvenilirliğini gösteren sinyal gücü indeksinin 50'nin üzerinde olması şartları arandı.

Maküler bölgeye ait OKT ölçümleri diyabetik retinopati erken tedavi çalışmasına (ETDRS) göre dokuz anatomik bölgeye ayrıldı (Şekil 1).¹⁷ E-MM5 çekim modunda iç maküla 3 mm çapındaki bir alanı, dış maküla 5 mm çapındaki bir alanı göstermektedir. MM6 çekim modunda ise iç maküla 3 mm



Şekil 1. Maküler bölgeye ait optik kohrens tomografi ölçümlerinin diyabetik retinopati erken tedavi çalışmasına göre dokuz anatomik bölgeye ayrılması: Santral fovea (F), iç nazal (NI), iç temporal (TI), iç alt (II), iç üst (SI), dış nazal (TI), dış temporal (TO), dış üst (SO), dış alt (IO) maküla. Santral halka 1 mm, iç halka 3 mm, dış halka E-MM5 çekim modunda 5 mm, MM6 çekim modunda ise 6 mm çaptadır

çapındaki bir alanı, dış maküla 6 mm çapındaki bir alanı göstermektedir. Fovea her iki ölçüm modunda da merkezde 1 mm çaplı bir alan olarak temsil edilmektedir.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizde SPSS 13.0.1 (SPSS, Chicago, Illinois, ABD; lisans numarası: 9069728, KTU, Trabzon, Türkiye) yazılımı kullanıldı. Çalışma grubundan elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde sunuldu. Sayısal verilerin normal dağılıma uygunluğu tek örnekli Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak incelendi. OKT ölçümlerinin analizinde katılımcıların sadece sağ gözlerine ait veriler kullanıldı. Tekrarlayan ölçümlerin kıyası için eşleştirilmiş t testi kullanıldı. Ölçümler arasındaki uyumu test etmek için sınıf içi korelasyon testi kullanıldı ve varyasyon katsayısı değeri hesaplandı. Varyasyon katsayısı standart sapmanın ortalamaya oranının yüzde olarak ifadesi ($\text{standart sapma/ortalama} \times 100$) şeklinde hesaplandı. Varyasyon katsayısı değeri %10 altında olan değerler yüksek tekrarlanabilirlik, %5 altında olan değerler ise çok yüksek tekrarlanabilirlik olarak kabul edildi. Sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) değeri 0-0,2 arası olan ölçümler çok zayıf, 0,21-0,4 arası olan ölçümler zayıf, 0,41-0,6 arası olan ölçümler orta, 0,61-0,8 arası olan ölçümler mükemmel, 0,81 ve üzeri olan ölçümler çok mükemmel tekrarlanabilir olarak kabul edildi. İstatistiksel olarak $p \leq 0,05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 18'i (%60) kadın, 12'si (%40) erkek toplam 30 katılımcının yaş ortalaması $29,7 \pm 6,39$ (19-44) idi. Tüm katılımcıların en iyi tashihli görme seviyeleri tam, göz içi basıncı seviyeleri normotonik, biyomikroskopik ön ve arka segment muayene bulguları normal sınırlar dahilindeydi. Katılımcıların tek gözlerine ait E-MM5 ve MM6 tarama modlarıyla elde edilen OKT ölçüm neticeleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre her iki modla da yapılan

tüm ölçümlerin SKK değerlerine bakıldığında çok mükemmel tekrarlanabilir neticeler verdiği görülmektedir (hepsi için SKK $> 0,81$).

Tablo 3 ve Tablo 4'te her iki modla yapılan ardışık ölçümlerin kıyasına ait varyasyon katsayısı değerleri verilmiştir. Buna göre her iki modla da elde edilen varyasyon katsayısı değerlendirmelerinin çok yüksek tekrarlanabilirlik oranları ile netice verdiği görülmektedir (tüm varyasyon katsayısı değerleri ≤ 2).

Katılımcıların E-MM5 ve MM6 tarama modu ile elde edilen ardışık ölçümlerine ait ortalamalar Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre her iki modla elde edilen santral ve parasantral maküla ölçümlerinin benzer olduğu, ancak superior bölge haricinde perifoveal maküla ölçümlerinin ise iki mod arasında istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir.

Tartışma

Herhangi bir teşhis aracının tekrarlanabilirliği teşhisin doğru bir şekilde konulması açısından oldukça önemlidir. Retina kalınlık ölçümlerinin tekrarlanabilirliği de herhangi bir retinal hastalığın progresyonunun ya da tedavisinin takibinde oldukça kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada iki farklı çekim modunda makülada gerçekleştirilen OKT ölçümlerinin tekrarlanabilirliği ve kıyası değerlendirilmiştir.

Literatürde OKT ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini inceleyen çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Eski jenerasyon time-domain OKT cihazlarında bile maküler kalınlık ölçümlerine ait SKK değerlerinin çok mükemmel tekrarlanabilir neticeler verdiği görülmektedir.^{18,19} Altamir ve ark.²⁰ tarafından pediatrik olgular üzerinde fourier-domain OKT kullanılarak yapılan bir çalışmada maküler kalınlık ölçümüne ait varyasyon katsayısı %0,97, SKK değeri 0,942, maküler hacim ölçümüne ait varyasyon katsayısı %1, SKK değeri 0,94 olarak bildirilmiştir. Dolayısıyla maküla bölgesindeki ardışık OKT ölçümlerine ait tekrarlanabilirliğin oldukça yüksek olduğu bilinmektedir.

Tablo 1. Çalışma grubundaki olguların sağ göz retinalarında (n=30) optik koherens tomografi cihazının E-MM5 tarama modu ile elde edilen üç ardışık ölçümün ortalama ($\pm$ standart deviasyon) ve sınıf içi korelasyon katsayısı değerleri

Değişken	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	SKK (%95 güven aralığı)
Fovea (μm)	244,47 $\pm$ 21,88	242,12 $\pm$ 21,33	244,63 $\pm$ 23,33	0,981 (0,965-0,99)
Üst iç maküla (μm)	323,9 $\pm$ 16,95	322,7 $\pm$ 15,35	322,6 $\pm$ 13,86	0,98 (0,964-0,99)
Alt iç maküla (μm)	314,63 $\pm$ 15,62	314,4 $\pm$ 15,46	313,87 $\pm$ 14,56	0,982 (0,967-0,991)
Nazal iç maküla (μm)	322,13 $\pm$ 15,48	321,37 $\pm$ 14,55	320,43 $\pm$ 15,01	0,979 (0,961-0,989)
Temporal iç maküla (μm)	305,77 $\pm$ 14,52	305,43 $\pm$ 16,43	305,57 $\pm$ 15,43	0,972 (0,948-0,986)
Üst dış maküla (μm)	289,2 $\pm$ 14,26	288,83 $\pm$ 13,8	288,67 $\pm$ 12,75	0,991 (0,983-0,995)
Alt dış maküla (μm)	292,83 $\pm$ 17,94	291,03 $\pm$ 16,32	291,87 $\pm$ 16,92	0,985 (0,973-0,992)
Nazal dış maküla (μm)	311,23 $\pm$ 16,9	310,63 $\pm$ 17,47	310,5 $\pm$ 16,6	0,984 (0,971-0,992)
Temporal dış maküla (μm)	285,13 $\pm$ 15,94	284,03 $\pm$ 14,24	283,53 $\pm$ 14,41	0,976 (0,957-0,988)
Maküler hacim (1 mm) (mm^3)	0,19 $\pm$ 0,18	0,19 $\pm$ 0,17	0,19 $\pm$ 0,19	0,975 (0,953-0,987)
Maküler hacim (3 mm) (mm^3)	1,99 $\pm$ 0,97	1,98 $\pm$ 0,9	1,98 $\pm$ 0,88	0,985 (0,972-0,992)
Maküler hacim (5 mm) (mm^3)	3,7 $\pm$ 0,2	3,69 $\pm$ 0,18	3,69 $\pm$ 0,18	0,984 (0,97-0,992)
SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı				

Benzer şekilde çalışmamızda da tekrarlayan OKT ölçümlerine ait SKK ve varyasyon katsayısı değerleri oldukça güvenilir bulgularla neticelenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen maküler ölçümlerin ETDRS haritasına göre tasnifi yapıldığında E-MM5 modu ile elde edilen ölçümlerde en düşük SKK değeri temporal iç maküla bölgesinde, en yüksek SKK değeri üst dış maküla bölgesindeki ölçümlerde elde edilmiştir. Yine aynı modla elde edilen ölçümlere ait varyasyon katsayısı değerlerine bakıldığında üst dış maküla bölgesindeki kalınlık ve perifoveal maküler hacim ölçümlerinde en düşük değerlerin elde edildiği, en yüksek varyasyon katsayısı değerlerinin ise foveaya ait kalınlık ve hacim ölçümlerinde elde edildiği görülmüştür.

Çalışmamızda elde edilen maküler ölçümlerin ETDRS haritasına göre tasnifi yapıldığında MM6 modu ile elde edilen ölçümlerde en düşük SKK değeri fovea bölgesine ait kalınlık ve hacim ölçümlerinde, en yüksek SKK değeri nazal iç maküla kalınlığı ile perifoveal maküler hacim ölçümlerinde elde edilmiştir. Yine aynı modla elde edilen ölçümlere ait varyasyon katsayısı değerlerine bakıldığında perifoveal maküla bölgesindeki hacim ölçümlerinde en düşük değerlerin elde edildiği, en yüksek varyasyon katsayısı değerlerinin ise alt iç maküla ve temporal dış maküla bölgelerine ait kalınlık ölçümlerinde elde edildiği görülmüştür.

Çalışmamızdakinden farklı bir fourier-domain OKT cihazı kullanılarak yapılan bir çalışmada Garcia-Martin ve ark.¹³ tekrarlayan OKT ölçümlerine ait varyasyon katsayısı değerlerinin en düşük nazal iç maküla bölgesinde (%0,6), en yüksek fovea ve alt dış maküla bölgesinde (%1,8) elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmaya ait en yüksek SKK değerleri nazal iç maküla bölgesinde (0,992), en düşük SKK değerleri ise üst dış maküla bölgesinde (0,832) elde edilmiştir. Menke ve ark.²¹ tarafından yapılan bir başka fourier-domain OKT cihazı çalışmasında ETDRS haritasına göre elde edilen tüm maküler kalınlık ölçümlerine ait varyasyon katsayısı değerlerinin

%0,38 ile %0,86 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Bahsedilen çalışmadaki en düşük varyasyon katsayısı değerlerinin dış temporal makülada, en yüksek varyasyon katsayısı değerlerinin ise iç temporal makülada elde edildiği bildirilmiştir.²¹ Pinilla ve ark.⁶ tarafından yapılan ve iki farklı fourier-domain OKT cihazının kullanılarak karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise cihazların tekrarlayan ortalama maküla kalınlık ölçümlerine ait varyasyon katsayısı değerlerinin %2,2-%2,95 arasında olduğu ve tüm SKK değerlerinin de 0,919 değerinin üstünde olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada iki farklı OKT cihazıyla elde edilen ölçümlerin birbirinden farklı olduğu da ifade edilmiştir.⁶ Bahsedilen çalışmada sağlıklı gözlerdeki Cirrus markalı OKT

Tablo 3. Çalışma grubundaki olguların sağ göz retinalarında (n=30) optik koherens tomografi cihazının E-MM5 tarama modu ile elde edilen üç ardışık ölçümün ikili kıyaslamalarına ait varyasyon katsayısı değerleri

Değişken	1.-2. Ölçüm (%)	1.-3. Ölçüm (%)	2.-3. Ölçüm (%)
Fovea (µm)	2	1	1
Üst iç maküla (µm)	0,8	1	0,8
Alt iç maküla (µm)	0,9	0,8	0,8
Nazal iç maküla (µm)	0,8	0,9	0,8
Temporal iç maküla (µm)	0,9	1	1
Üst dış maküla (µm)	0,4	0,7	0,7
Alt dış maküla (µm)	1	1	0,8
Nazal dış maküla (µm)	0,6	0,6	0,8
Temporal dış maküla (µm)	0,9	1	1
Maküler hacim (1 mm) (mm ³)	1	1	1
Maküler hacim (3 mm) (mm ³)	0,8	0,6	0,8
Maküler hacim (5 mm) (mm ³)	0,5	0,7	0,6

Tablo 2. Çalışma grubundaki olguların sağ göz retinalarında (n=30) optik koherens tomografi cihazının MM6 tarama modu ile elde edilen üç ardışık ölçümün ortalama (± standart deviasyon) ve sınıf içi korelasyon katsayısı değerleri

Değişken	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	SKK (%95 güven aralığı)
Fovea (µm)	245,77±21,62	248,93±24,94	246,43±19,77	0,873 (0,766-0,935)
Üst iç maküla (µm)	327,33±21,44	324,9±15,90	326,27±15,07	0,942 (0,894-0,971)
Alt iç maküla (µm)	321±18,39	320,27±16,77	322,97±14,56	0,904 (0,825-0,951)
Nazal iç maküla (µm)	324,43±14,93	325,3±14,89	324,93±14,58	0,985 (0,973-0,993)
Temporal iç maküla (µm)	310,63±15,23	310,13±15,05	309,57±14,43	0,948 (0,905-0,974)
Üst dış maküla (µm)	283,23±14,11	283,23±12,62	283,4±12,41	0,981 (0,965-0,99)
Alt dış maküla (µm)	276,7±14,7	277,9±15,59	277,67±15,71	0,962 (0,929-0,98)
Nazal dış maküla (µm)	300,87±15,7	300,5±15,86	300,63±15,22	0,983 (0,968-0,991)
Temporal dış maküla (µm)	272,73±14,26	272,4±13,14	272,53±13,2	0,978 (0,96-0,98)
Maküler hacim (1 mm) (mm ³)	0,19±0,02	0,195±0,02	0,19±0,02	0,866 (0,754-0,932)
Maküler hacim (3 mm) (mm ³)	2,02±0,10	2,01±0,1	2,02±0,09	0,976 (0,955-0,988)
Maküler hacim (6 mm) (mm ³)	6,01±0,29	6,09±0,29	6,06±0,28	0,99 (0,981-0,995)
SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı				

Tablo 4. Çalışma grubundaki olguların sağ göz retinalarında (n=30) optik koherens tomografi cihazının MM6 tarama modu ile elde edilen üç ardışık ölçümün ikili kıyaslamalarına ait varyasyon katsayısı değerleri

Değişken	1.-2. Ölçüm (%)	1.-3. Ölçüm (%)	2.-3. Ölçüm (%)
Fovea (µm)	0,7	1	1
Üst iç maküla (µm)	1	0,8	0,9
Alt iç maküla (µm)	1	1	0,9
Nazal iç maküla (µm)	0,8	0,8	0,7
Temporal iç maküla (µm)	1	1	0,8
Üst dış maküla (µm)	0,8	0,8	0,9
Alt dış maküla (µm)	0,8	1	1
Nazal dış maküla (µm)	0,6	0,9	0,8
Temporal dış maküla (µm)	1	0,9	1
Maküler hacim (1 mm) (mm ³)	0,8	1	0,8
Maküler hacim (3 mm) (mm ³)	0,9	0,7	0,7
Maküler hacim (6 mm) (mm ³)	0,7	0,6	0,6

Tablo 5. Çalışma grubundaki olguların sağ göz retinalarında (n=30) optik koherens tomografi cihazının E-MM5 ve MM6 tarama modu ile elde edilen ortalama ölçümlere ait kıyaslamalar

Değişken	E-MM5	MM6	p değeri
Fovea (µm)	243,76±21,79	247,04±19,83	0,543
Üst iç maküla (µm)	323,07±15,14	326,17±16,76	0,455
Alt iç maküla (µm)	314,3±14,95	321,41±15,25	0,073
Nazal iç maküla (µm)	320,2±12,76	324,89±14,59	0,19
Temporal iç maküla (µm)	305,59±15,06	310,11±14,19	0,236
Üst dış maküla (µm)	288,9±13,49	283,29±12,83	0,104
Alt dış maküla (µm)	291,9±16,82	277,42±14,86	0,001
Nazal dış maküla (µm)	310,79±16,73	300,67±15,33	0,018
Temporal dış maküla (µm)	284,23±14,54	272,56±13,26	0,002
Maküler hacim (1 mm) (mm ³)	0,19±0,02	0,19±0,02	0,463
Maküler hacim (3 mm) (mm ³)	1,99±0,09	2,01±0,09	0,238
Maküler hacim (5/6 mm) (mm ³)	3,7±0,18	6,01±0,28	<0,001

cihazıyla elde edilen ölçümlere ait en düşük varyasyon katsayısı değerlerinin ETDRS haritasına göre nazal dış makülada (%0,7, [SKK 0,963]), en yüksek varyasyon katsayısı değerlerinin alt iç makülada (%3,4, [SKK 0,92]) elde edildiği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada sağlıklı gözlerdeki Spectralis markalı OKT cihazıyla elde edilen ölçümlere ait en düşük varyasyon katsayısı değerlerinin ETDRS haritasına göre alt iç makülada (%0,3, [SKK 0,996]), en yüksek varyasyon katsayısı değerlerinin ise temporal dış makülada (%1,3, [SKK 0,927]) elde edildiği ifade edilmiştir.⁶

Yukarıda bahsedilen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere farklı OKT cihazlarına ait farklı çekim algoritmaları ETDRS haritasına göre OKT ölçümlerinde elde edilen tekrarlanabilirlik değerlerinde çeşitli sapmalara sebep olabilmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda farklı retinal bölgelere ait ölçümlerin yapılması ve OKT ölçümlerini yapan kişilerin farklı olması da bu neticelere katkı sağlayabilmektedir. Dolayısıyla literatürdeki çalışmaları birbirleriyle direkt olarak karşılaştırma imkanı bulunmamaktadır. Fakat yine de OKT cihazları ile maküler kalınlık ölçümlerinde tatmin edici bir tekrarlanabilirliğin olduğu aşikar bir husustur.

Sonuç

Bu çalışmada Optovue RTVue model OKT cihazının farklı iki çekim modu olan E-MM5 ve MM6 modlarından elde edilen ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve birbirleriyle olan uyumları sağlıklı kişilerde değerlendirilmiştir. Elde edilen tekrarlayan ölçümlere ait varyasyon katsayısı ve SKK değerlerinin literatürde yapılan diğer çalışmalarla benzer şekilde olduğu görülmüştür. Optovue RTVue OKT cihazının gerek E-MM5 ve gerekse de MM6 tarama modlarıyla yapılan maküla kalınlık ölçümlerinin yüksek tekrarlanabilir ölçüm neticeleri verdiği görülmüştür. Bu husus hastaların takip edilmelerinde önemli bir katkıya sebep olabilir. Ancak perifoveal bölgelerde E-MM5 ve MM6 modları ile gerçekleştirilen ölçümlerin farklı neticeler verdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun sebebi tarama modlarına ait farklı yazılım algoritmalarının olmasıdır. E-MM5 çekim modunda 5 mm çapındaki bir tarama alanında dış maküla 3-5 mm arasındaki bir zonda gösterilirken, MM6 çekim modunda ise 6 mm çapındaki bir tarama alanında dış maküla 3-6 mm arasındaki bir zonda temsil edilmektedir. Bu yüzden ideal olan yaklaşım hastaların takipleri esnasında hep aynı moddaki retina tarama programlarının tercih edilmesi olmalıdır. Ayrıca Schneider ve ark.²² tarafından yapılan bir çalışmada ufak maküler hollerin değerlendirilmesinde radyal taramaların daha üstün bulunduğu ifade edilmektedir. Dolayısıyla bu gibi maküler patolojilerin değerlendirilmesinde de radyal tarama protokülü içeren MM6 çekim modu E-MM5 çekim moduna nispeten daha faydalı olabilir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komitesi'nden onay alınmıştır.

Hasta Onayı: Alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu ve editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Konsept: Mehmet Kola, Adem Türk, Hidayet Erdöl, Dizayn: Mehmet Kola, Adem Türk, Veri Toplama veya İşleme: Mehmet Önal, Mehmet Kola, Adem Türk, Analiz veya Yorumlama: Mehmet Kola, Adem Türk, Literatür Arama: Adem Türk, Yazan: Adem Türk.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Bressler SB, Edwards AR, Andreoli CM, Edwards PA, Glassman AR, Jaffe GJ, Melia M, Sun JK; for the Diabetic Retinopathy Clinical Research Network/Writing Committee. Reproducibility of Optovue RTVue Optical Coherence Tomography Retinal Thickness Measurements and Conversion to Equivalent Zeiss Stratus Metrics in Diabetic Macular Edema. *Transl Vis Sci Technol.* 2015;4:5.
2. Wojtkowski M. High-speed optical coherence tomography: basics and applications. *Appl Opt.* 2010;49:30-61.
3. Turk A, Kola M, Akyol N, Erdol H, Imamoglu HI. Optical coherence tomography findings of active ocular toxoplasmosis complicating with serous macular detachment. *Türkiye Klinikleri J Med Sci.* 2010;30:1409-1412.
4. Ceylan OM, Turk A, Erdurman C, Mumcuoglu T, Erdem U, Gokce G, Dagli S. Comparison of oculus pentacam and stratus optical coherence tomography for measurement of central corneal thickness. *Cornea.* 2011;30:670-674.
5. Wojtkowski M, Kaluzny B, Zawadzki RJ. New directions in ophthalmic optical coherence tomography. *Optom Vis Sci.* 2012;89:524-542.
6. Pinilla I, Garcia-Martin E, Fernandez-Larripa S, Fuentes-Broto L, Sanchez-Cano AI, Abecia E. Reproducibility and repeatability of Cirrus and Spectralis Fourier-domain optical coherence tomography of healthy and epiretinal membrane eyes. *Retina.* 2013;33:1448-1455.
7. Kola M, Kalkisim A, Karkucak M, Turk A, Capkin E, Can I, Serdar OE, Mollamehmetoglu S, Ayar A. Evaluation of choroidal thickness in ankylosing spondylitis using optical coherence tomography. *Ocul Immunol Inflamm.* 2014;22:434-438.
8. Turk A, Ceylan OM, Arici C, Keskin S, Erdurman C, Durukan AH, Mutlu FM, Altinsoy HI. Evaluation of the nerve fiber layer and macula in the eyes of healthy children using spectral domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2012;153:552-559.
9. Kola M, Duran H, Mungan S, Turk A, Mollamehmetoglu S, Bahat E. Spectral domain optical coherence tomography findings in a pediatric case with type II membranoproliferative glomerulonephritis. *Ret-Vit.* 2015;23:246-248.
10. Kola M, Erdöl H, Ertugrul Atasoy S, Türk A. Evaluation of Retinal Changes Using Optical Coherence Tomography in a Pediatric Case of Susac Syndrome. *Turk J Ophthalmol.* 2017;47:59-62.
11. Erdol H, Kola M, Turk A. Optical coherence tomography findings in a child with posterior scleritis. *Eur J Ophthalmol.* 2008;18:1007-1010.
12. Türk A, Erdöl H, Akyol N, İmamoğlu Hİ. Retina arter tıkanıklıklarında görülen erken dönem optik koherens tomografi bulguları. *Ret-Vit.* 2008;16:137-140.
13. Garcia-Martin E, Pinilla I, Idoipe M, Fuertes I, Pueyo V. Intra and interoperator reproducibility of retinal nerve fibre and macular thickness measurements using Cirrus Fourier-domain OCT. *Acta Ophthalmol.* 2011;89:23-29.
14. Menke MN, Dabov S, Sturm V. Comparison of three different optical coherence tomography models for total macular thickness measurements in healthy controls. *Ophthalmologica.* 2009;223:352-356.
15. Wolf-Schnurrbusch UE, Ceklic L, Brinkmann CK, Iliev ME, Frey M, Rothenbuehler SP, Enzmann V, Wolf S. Macular thickness measurements in healthy eyes using six different optical coherence tomography instruments. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50:3432-3437.
16. Ho J, Sull AC, Vuong LN, Chen Y, Liu J, Fujimoto JG, Schuman JS, Duker JS. Assessment of artifacts and reproducibility across spectral- and time-domain optical coherence tomography devices. *Ophthalmology.* 2009;116:1960-1970.
17. [No authors listed. Grading diabetic retinopathy from stereoscopic color fundus photographs--an extension of the modified Airlie House classification. ETDRS report number 10. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology.* 1991;98:786-806.
18. Polito A, Del Borrello M, Isola M, Zemella N, Bandello F. Repeatability and reproducibility of fast macular thickness mapping with stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol.* 2005;123:1330-1337.
19. Paunescu LA, Schuman JS, Price LL, Stark PC, Beaton S, Ishikawa H, Wollstein G, Fujimoto JG. Reproducibility of nerve fiber thickness, macular thickness, and optic nerve head measurements using StratusOCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45:1716-1724.
20. Altemir I, Pueyo V, Elía N, Polo V, Larrosa JM, Oros D. Reproducibility of optical coherence tomography measurements in children. *Am J Ophthalmol.* 2013;155:171-176.
21. Menke MN, Dabov S, Knecht P, Sturm V. Reproducibility of retinal thickness measurements in healthy subjects using spectralis optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2009;147:467-472.
22. Schneider EW, Todorich B, Kelly MP, Mahmoud TH. Effect of optical coherence tomography scan pattern and density on the detection of full-thickness macular holes. *Am J Ophthalmol.* 2014;157:978-984.