

Stratus Optik Koherens Tomografi ve Ultrasonik Pakimetri ile Ölçülen Merkezi Kornea Kalınlıklarının Karşılaştırılması

Comparison of Central Corneal Thickness Measurements By Stratus Optical Coherence Tomography and Ultrasound Pachymetry

Dr. Adem TÜRK,^a
Dr. Süleyman MOLLAMEHMETOĞLU,^a
Dr. Halil İbrahim İMAMOĞLU,^a
Dr. Hidayet ERDÖL^a

^aGöz Hastalıkları AD,
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Trabzon

Geliş Tarihi/Received: 13.04.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 13.06.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Adem TÜRK
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları AD, Trabzon,
TÜRKİYE/TURKEY
doktorademturk@yahoo.com

ÖZET Amaç: Merkezi kornea kalınlığının ölçümü birçok göz hastalığının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Biz bu çalışmada, sağlıklı kornealar üzerinde Stratus optik koherens tomografi (OKT) ile ölçülen merkezi kornea kalınlıklarını ultrasonik pakimetri (UP) ile karşılaştırmayı amaçladık. **Gereç ve Yöntemler:** Yaşları 19 ile 85 arasında değişen 44 (27 kadın, 17 erkek) olguya ait toplam 85 gözde merkezi kornea kalınlığı (MKK) ölçümleri Stratus OKT ve UP ile gerçekleştirildi. Tüm gözlerde önce Stratus OKT, sonra UP ile inceleme yapıldı. Her iki cihazın sonuçları arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ve eşleştirilmiş t-testi ile değerlendirildi. Ölçümler ayrıca Bland-Altman analiziyle de karşılaştırıldı. **Bulgular:** Ortalama MKK değerleri Stratus OKT'de $529.4 \pm 35.4 \mu\text{m}$, UP'de $564.05 \pm 35.89 \mu\text{m}$ idi. Her iki cihaz arasında ortalama olarak $34.65 \pm 8.66 \mu\text{m}$ 'lik bir fark bulunsa da ($p < 0.0005$), iki cihaz arasında yüksek düzeyde korelasyon mevcuttu ($r = 0.971$, $p < 0.0005$). Bland-Altman analizinde ise Stratus OKT ve UP cihazları arasında yüksek düzeyde uyuma mevcuttu. **Sonuç:** Kornea kalınlığı ölçümleri, ölçüm için kullanılan cihaza göre farklılık arz etmektedir. Stratus OKT ile hesaplanan kornea kalınlıkları UP'ye göre daha düşük çıkmaktadır ve her iki cihaz arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir. Doğru, noninvaziv ve tekrarlanabilir bir metot olan standart retinal Stratus OKT cihazı ile MKK ölçümü yapılabilir. Ancak Stratus OKT ve UP kornea kalınlığı ölçümü için birbirleri yerine kullanılmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Biyometri; kornea; optik koherens tomografi; ultrasonografi

ABSTRACT Objective: Measurement of central corneal thickness plays an important role in the assessment of many ocular diseases. In this study we aimed to compare the measurements of the central corneal thickness by Stratus optical coherence tomography (OCT) with ultrasonic pachymeter (UP) in the healthy corneas. **Material and Methods:** A total of 85 eyes of 44 (27 female, 17 male) cases aged 19 to 85 years underwent central corneal thickness (CCT) measurements with Stratus OCT and UP. All eyes were examined first with Stratus OCT and then by UP. Pearson's correlation analysis and paired t-test were used to evaluate the relationship between both device results. Measurements were also compared by Bland-Altman analysis. **Results:** The mean CCT measured by Stratus OCT and UP were 529.4 ± 35.4 and $564.05 \pm 35.89 \mu\text{m}$ respectively. While the mean difference between two devices were $34.65 \pm 8.66 \mu\text{m}$ ($p < 0.0005$), the measurements of two devices were significantly correlated ($r = 0.971$, $p < 0.0005$). In Bland-Altman analysis, there was a high level of agreement between Stratus OCT and UP. **Conclusion:** Corneal thickness measurements are influenced by the device of measurement. Stratus OCT underestimates corneal thickness compared with that measured with UP and the differences between two devices are statistically significant. While CCT measurement can be performed by a standard retinal OCT device which is an accurate, noninvasive, and repeatable technique, Stratus OCT and UP should not be used interchangeably for the measurement of corneal thickness.

Key Words: Biometry; cornea; tomography, optical coherence; ultrasonography

Merkezi kornea kalınlığı (MKK)'nın doğru bir biçimde ölçülmesi oftalmolojide giderek önem kazanan bir husustur. Çünkü günümüzde birçok korneal hastalığın tanı ve tedavisi, kontakt lens kullanıcılarının klinik takibi ve glokomlu olguların tanı ve tedavisi açısından MKK değerinin bilinmesi önemli bir klinik belirteç olarak kullanılmaktadır.¹⁻¹⁰

MKK ölçümünde dünya çapında yaygın bir biçimde kullanılan UP yöntemi günümüzde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak bu yöntemde ultrasonik probun korneaya direkt olarak teması söz konusu olduğundan işlem öncesi hastalarda korneal anestezi gerekmektedir ve korneal abrazyon ya da enfeksiyon gibi riskler bulunmaktadır. Ayrıca ultrasonik korneal pakimetri probunun nereye yerleştirildiğine bağlı olarak farklı sonuçlar verebilmektedir. Dolayısıyla işlemi gerçekleştiren teknisyenin tecrübesi, UP'lerin doğruluğu açısından önemli bir husustur.^{2,3,5}

Yukarıda bahsedilen dezavantajlardan sakınmak için korneaya temas etmeden ölçüm yapabilen çeşitli optik pakimetri yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler korneaya temasın neden olduğu dezavantajlardan uzak olmasının yanı sıra kornea kalınlığının değerlendirilmesinde de daha objektif bir ortam oluşmasını sağlamışlardır.^{1,2,5}

OKT, canlı ortamlarda noninvaziv kesitsel incelemelere olanak tanımaktadır. Günümüzde bu teknoloji oftalmoloji alanında daha çok retina dokularının incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır.¹¹⁻¹³ Ön segment ile ilgili optik koherens metoduyla çalışan yeni nesil cihazlar geliştirilmiş olsa da kliniklerde daha yaygın bir biçimde kullanılan OKT cihazları retina incelemesine yöneliktir. Ancak bazı ufak modifikasyonlarla retinaya mahsus OKT cihazları da korneanın kesitsel incelemesinde kullanılabilir.¹⁴⁻¹⁶ Nitekim Leung ve ark. retinal OKT'nin UP'ye güvenilir bir alternatif olabileceğini vurgulamışlardır.¹⁵

Klinik uygulamalarda, aynı olgulara ait MKK ölçümlerinde bile farklı yöntemlerle farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu yüzden farklı yöntemlerle yapılan kornea kalınlığı ölçümlerinin kıyas edilmesinde bu hususun göz önüne alınması

önemlidir.¹⁷ Kornea kalınlığı ölçümünde kullanılan farklı yöntemleri değerlendiren bazı araştırmalar literatürde bildirilmiş olsa da Stratus OKT cihazı ile diğer yöntemleri kıyaslayıcı çalışmalar henüz yeterli sayıda değildir.^{5,6,18,19} Bu yüzden bu çalışma MKK hesaplanmasında Stratus OKT cihazı ile UP cihazı arasındaki korelasyonu araştırmak amacıyla yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ÇALIŞMA PLANI

İleriye dönük olarak gerçekleştirilen bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalında, gerçekleştirildi. Aralık 2008-Nisan 2009 döneminde gerçekleştirilen çalışmaya dahil edilen tüm olgulardan bilgilenirilmiş onam alındı.

ÇALIŞMAYA DAHİL ETME VE ELEME KRİTERLERİ

Çalışmaya dahil edilen tüm olgular herhangi bir nedenle göz hastalıkları polikliniğine başvuran hastalar arasından seçildi. Çalışma için uygun adayların belirlenmesinde öncelikle detaylı göz muayenesi bulguları kriter olarak alındı. Elde edilen muayene bulgularına göre çalışmaya dahil edilen tüm olgularda kornea hastalıklarına ait şikâyetlerin bulunmaması ve herhangi bir nedenle daha önceden göz cerrahisi geçirmeme şartları arandı. Ayrıca 18 yaşından küçük olgular, tek taraflı görme yetisi bulunan olgular, korneasında herhangi bir nedenle daha önceden gelişmiş lökom ya da nefelyonu bulunan olgular, kornea ödemi, kornea distrofisi ya da herhangi bir aktif kornea hastalığı bulunan olgularla, muayene esnasında kooperasyonu yetersiz olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

MERKEZİ KORNEA KALINLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

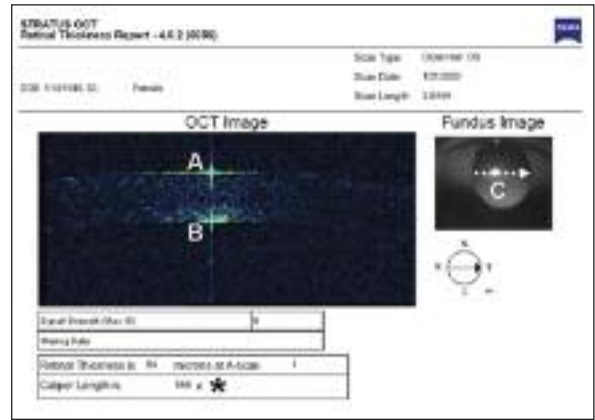
Çalışmaya dahil edilen tüm olguların tek ya da her iki gözüne ait MKK'leri önce optik ve daha sonra ultrasonik yöntem kullanılarak aynı gün içerisinde ve birbirini takip edecek şekilde ölçüldü. Tüm ölçümler aynı araştırmacı (AT) tarafından en az üç kez tekrarlandı ve bu ölçümlerden elde edilen ortalama değer, ölçümü yapılan göze ait MKK değeri olarak kabul edildi.

Optik korneal pakimetri, OKT cihazı (Stratus OCT, version: 4.0.2, Carl Zeiss Meditec, Inc., 5160 Hacienda Drive Dublin, CA) kullanılarak gerçekleştirildi. Değerlendirme esnasında cihaz içindeki fiksator yardımıyla hastaların düz olarak OKT objektifine doğru bakmaları sağlandı. Normalde retina dokusuna odaklanacak şekilde geliştirilmiş olan cihazın üzerinde yer alan objektif ayarının maksimum "+" yönünde çevrilmesi ile kornea dokusuna odaklanıldı. Ölçüm için "cross hair" tarama modu tercih edildi (OCT parameters: Number of A Scans= 512, Scan parameters = Height 3 mm, Width 3 mm). OKT kesitinin merkezi korneadan geçmesini sağlamak amacıyla pupilla merkezi hizasından geçen korneal kesitin alınmasına özen gösterildi. Elde edilen kornea kesiti görüntüsünden MKK'yi hesaplamak için "Retinal thickness (Single eye)" analiz programı kullanıldı. "Caliper on" modu aktive edilerek ortaya çıkan belirteçlerden biri korneal OKT kesitindeki en ince ve en reflektan kesimdeki kornea epiteli katmanına, diğer belirteç ise aynı hizaya denk gelen kornea endoteli katmanına yerleştirildi. Her iki belirteç arasındaki mikrometre (μm) düzeyindeki dikey uzaklık farkı MKK'yi temsil eden değer olarak kabul edildi (Resim 1).

Ultrasonik pakimetri 20-MHz'lik proba sahip UP cihazı (Pachymeter P-2200; Paradigm Medical Industries, Salt Lake City, UT) kullanılarak gerçekleştirildi. Değerlendirme öncesi ölçümü yapılacak olan olgunun konjonktiva keselerine topikal anestezi damla damlatılarak beş dakika kadar beklenildi. Daha sonra bakışı uzaktaki bir noktaya fikse edilen olgunun ölçümü yapılacak olan merkezi korneasına UP probu ile temas edildi. Bu esnada merkezi korneadan geçen UP ölçümünün alınabilmesi için probun korneaya dik açıyla tutulmasına, probun hareket etmemesine ve pupiller açıklığının merkezi hizasından korneal ölçümlerin alınmasına özen gösterildi. Daha sonra cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanan değer MKK olarak kabul edildi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

OKT ve UP ile yapılan korneal pakimetri değerleri ortalama \pm standart sapma şeklinde sunuldu ve her iki yöntem arasındaki ilişki Pearson korelasyon



RESİM 1: Çalışmadaki bir olguda optik koherens tomografideki (OKT) "cross hair" tarama moduyla yapılan kornea tomogramının "retinal thickness" analiz programıyla değerlendirilmesi. Belirteçlerden biri korneanın en ince ve en reflektan olduğu kornea epiteline (A), bir diğeri ise aynı hizadaki en alt kornea tabakasına (kornea endoteli) yerleştirilmiş durumda (B). Retinaya göre dizayn edilmiş cihazın "fundus image" kısmında hastaya ait ön segment fotoğrafı ve tomogramın elde edildiği OKT tarama yönü gösterilmekte (C). "Caliper Length" ölçülen merkezi kornea kalınlık değerini göstermekte (*).

analizi, eşleştirilmiş t-testi ve Bland-Altman analizi vasıtasıyla değerlendirildi. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.²⁰

BULGULAR

ÇALIŞMA GRUBU

Çalışmaya yaş ortalamaları 56.89 ± 18.99 (19-85) olan 27'si kadın toplam 44 olgu dahil edildi. Çalışmaya katılan bu 44 olgudan üçünde sağ göz, 41'inde ise her iki göz olmak üzere toplam 85 gözde ölçümler yapıldı. Ölçümler nedeniyle herhangi bir komplikasyona rastlanılmadı. Ancak OKT ile yapılan ölçümlerin UP ile elde edilen ölçümlere göre hastalar tarafından daha iyi tolere edildiği gözlemlendi. Dolayısıyla çalışma boyunca hasta konforu açısından OKT ile yapılan ölçümlerin daha üstün olduğu görüldü. Ayrıca UP'deki dezenfeksiyon ve anestezi uygulaması için gereken sürenin de hesaba katılmasıyla, OKT ölçümleri için gereken sürenin daha az olduğu görüldü. Ancak UP'nin otomatize olarak MKK değerini yansıtması, OKT'deki manuel ölçüme göre klinik kullanım açısından kolaylık sağlamıştı.

ELDE EDİLEN MERKEZİ KORNEA KALINLIKLARI

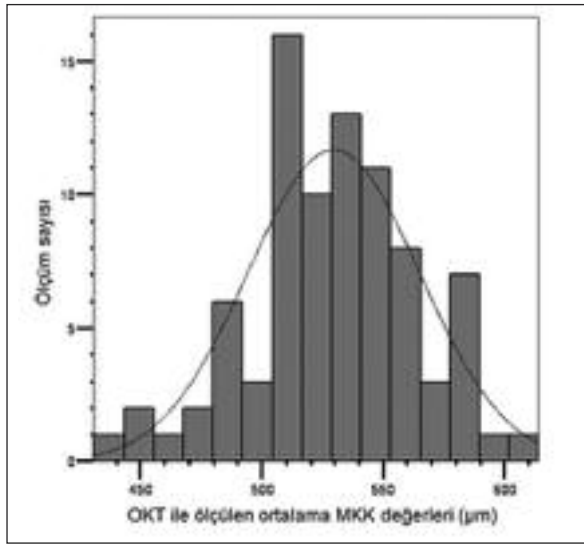
OKT ve UP ile ölçülen MKK gruplarının normal dağılıma uyduğu gözlemlendi (OKT ölçümleri için

Kolmogorov–Smirnov $Z = 0.781$; $p = 0.575$, UP ölçümleri için Kolmogorov–Smirnov $Z = 1.052$; $p = 0.218$). Tüm gözlerde UP ile ölçülen MKK kalınlık değerlerinin OKT'ye göre daha kalın olduğu görüldü. OKT ile elde edilen ortalama MKK değerleri 529.4 ± 35.4 (431-614) μm iken UP ile elde edilen ortalama MKK değerleri 564.05 ± 35.89 (470-641) μm idi (Şekil 1, 2). Ortalama olarak her iki yöntem arasında 34.65 ± 8.66 (16-59) μm 'lik bir farkın olduğu gözlemlendi. Yapılan incelemede bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p < 0.0005$). Ancak her iki yöntem arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı çok güçlü bir

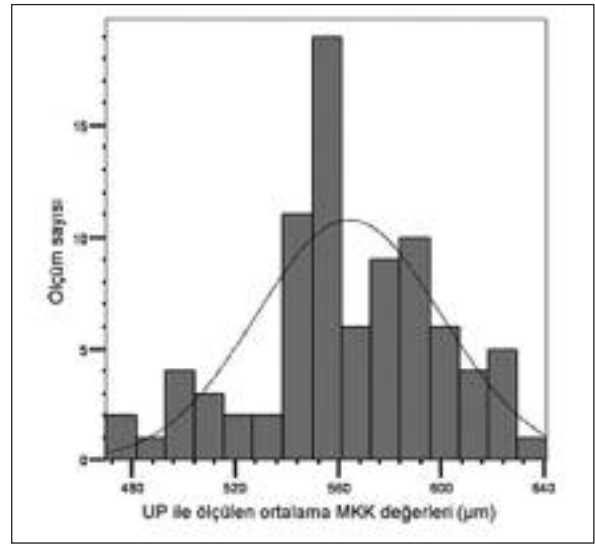
korelasyon mevcuttu ($r = 0.971$, $p < 0.0005$) (Şekil 3). Yapılan Bland-Altman analizine bakıldığında UP ölçümlerinin OKT ölçümlerinden daha yüksek çıktığı ve her iki yöntem arasındaki farklılıkların %95.3'lük kesiminin $17.7 \mu\text{m}$ ile $51.6 \mu\text{m}$ arasında kaldığı görüldü (Şekil 4).

TARTIŞMA

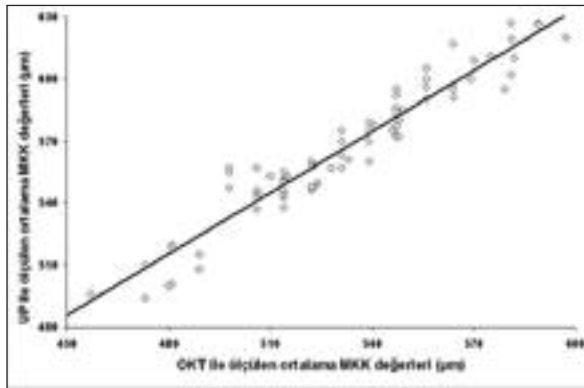
Birçok göz hastalığının tanı ve tedavisinde oldukça önemi bulunan MKK'yı değerlendirebilmek için günümüze kadar değişik türde metotlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında en sık olarak kullanılanları ultrasonik ve optik korneal pakimetri yöntemleri-



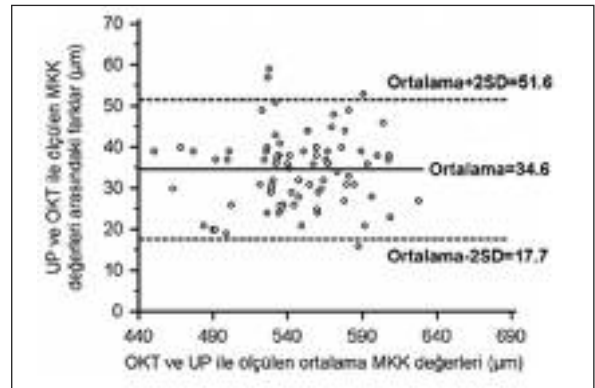
ŞEKİL 1: Stratus OKT ile elde edilen merkezi kornea kalınlıklarını gösteren histogram.



ŞEKİL 2: Ultrasonik pakimetre ile elde edilen merkezi kornea kalınlıklarını gösteren histogram.



ŞEKİL 3: Stratus OKT ve ultrasonik pakimetre ile elde edilen merkezi kornea kalınlıkları arasındaki ilişkinin nokta dağılım grafiği şeklindeki analizi (Ortalama UP'deki MKK = $0,984x$ [Ort. OKT'deki MKK] + 43,13; $R^2 = 0.942$).



ŞEKİL 4: OKT ve ultrasonik pakimetri eşliğinde ölçülen merkezi kornea kalınlığı değerlerinin Bland-Altman plot analiziyile değerlendirilmesi.

dir. Literatürde bu ölçüm tekniklerinin güvenilirlik ve tekrarlanabilirliklerini irdeleyen ve değişik türdeki sonuçlara ulaşan çeşitli araştırmalar yapılmıştır.^{3,5,6,18,19}

Dünya çapında yaygın olarak kullanılan UP birçok klinik çalışmada referans ölçüm yöntemi olarak kabul görmüştür. Ancak UP cihazının hastalar üzerinde kullanımı için daha fazla süre ve klinik tecrübe gerekmektedir. Ayrıca göze temas gereksinimine bağlı gelişebilecek komplikasyonlar da cihazın kullanımını sınırlandırmaktadır.

Yeni geliştirilen ön segment OKT gibi optik yöntemle çalışan cihazların en önemli avantajları ise göze temaslarının bulunmamasıdır. Ancak sözü geçen cihazlar son birkaç yıl içinde ticari amaçlı piyasaya sunulmuşlardır.^{1,21} Kliniklerde daha yaygın olarak kullanılan OKT cihazları ise retina dokusunu incelemeye yöneliktir.

Stratus OKT, temel olarak retina dokusunu incelemek üzere geliştirilen ve kullanımı son yıllarda giderek yaygınlaşan bir cihazdır. Yapılan çalışmalarda cihazın retina dokusu üzerinde yaptığı ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve çoğaltılabilirliği yüksek oranda başarılı bulunmuştur.^{22,23} Ayrıca OKT'yi kullanarak kornea üzerinde inceleme yapmak da mümkündür.^{14,15} Üstelik Muscat ve ark., bu yöntemle MKK ölçümünün de tekrarlanabilirliğinin ve çoğaltılabilirliğinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.¹⁴

Kornea kalınlığını ölçmede retinal OKT cihazı ile yapılan bazı çalışmalarda OKT ile yapılan pakimetrelere UP'lerle iyi düzeyde korele olduğu vurgulanmıştır. Yine aynı çalışmalarda retinal OKT ile elde edilen kornea kalınlıklarının UP'lere göre daha düşük çıktığı ifade edilmiştir.^{5,16,24-26} Bu çalışmalardan birinde Madgula ve ark., Stratus OKT ile UP cihazını karşılaştırmış ve bu çalışmanın sonucunda OKT'nin UP'ye göre 25.04 µm kadar daha düşük ölçümde bulunduğu sonucuna varmışlardır.¹⁶

Zhao ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise Visante (Carl Zeiss Meditec, Dublin, California, ABD) ön segment OKT cihazı ile UP MKK ölçümünde karşılaştırılmış ve her iki yöntem arasında yüksek düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.²¹ Bu

çalışmada OKT ölçümlerinin UP'ye göre yaklaşık 16.5 µm kadar daha düşük kalınlıkta kornea kalınlığını ölçtüğü tespit edilmiştir.

Bu çalışmaların aksine Leung ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada OKT'nin UP'ye göre ortalama olarak 23 ± 12 µm kadar daha kalın ölçümde bulunduğu ifade edilmiştir.¹⁵ Bizim çalışmamızda ise retinal OKT cihazı ile elde edilen MKK değerleri UP değerlerine göre daha ince bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki bu farklılıklardan cihazların sahip olduğu farklı dizayn yapılarının yanı sıra, OKT ölçümlerinin manuel olarak yapılma zorunluluğu sorumlu tutulabilir. Elde edilen kornea kesitlerinde kalınlığı tespit etmek amacıyla belirteçlerin doğru bir şekilde yerleştirilebilmesi çok önemlidir. Ölçüm esnasında kornea epitelyum ve endotelinin belirlenmesinde farklı yaklaşımların göz önüne alınması çalışmalar arası farklılıklara etki eden başlıca faktördür. Bahsedilen OKT çalışmalarında gözyaşı film tabakasının da hesaba dahil edilebilmiş olması yaklaşık 10 µm'lik bir yanığı payına yol açmış olabilir. Bir diğer önemli husus ise OKT ve UP kesitlerinin tam merkezi korneadan alınmasıdır. Eğer kesitler merkezi korneadan elde edilemezse, kornea kalınlığı normale göre daha fazla ölçülecektir. Biz çalışmamızda bu hususa da çok özen göstererek ön segment kesitlerini pupilla merkezi hizasından elde etmeye çalıştık.

Yukarıda bahsedilen OKT ve UP çalışmalarının neticelerinde farklı sonuçların elde edilmiş olmasının nedeni tam olarak belli değildir. Ancak Leung ve ark., bu farklılığın UP probunun korneaya temasının yol açtığı bası ve diğer çalışmalara göre retinal OKT cihazı ile MKK ölçümünde farklı bir metodu kullanmalarından kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir.¹⁵ Leung ve ark. MKK ölçümünde OKT reflektansisinin en yüksek olduğu kornea noktalarından ölçüm yaptıklarını belirtmişlerdir.¹⁵ Benzer ölçüm metodunu uyguladığımız çalışmamızda ise OKT ölçümlerinin UP ile ettiğimiz pakimetri değerlerinden ortalama olarak 34.65 µm kadar daha düşük olduğunu gözlemledik. Leung ve ark. tarafından yapılan çalışmayla farklı sonuca ulaşmamızda karşılaştırdığımız UP cihazının modelinin farklı olması da etken olmuş olabilir.¹⁵ Aslında UP yöntemleri arasında aynı

kornealardan elde edilen ölçümlerin bile farklı çıkabildiği göz önüne alındığında böyle bir farklılığın ortaya çıkması çok fazla önemsenmeyebilir. Nitekim Reader ve ark. MKK ölçümündeki farklılığın farklı UP cihazlarının kullanımı durumunda 49 µm'ye kadar çıkabildiğini ifade etmişlerdir.²⁷ Ayata ve ark. da MKK ölçümünde farklı UP cihazlarının sonucunu kıyasladıkları çalışmalarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı sonuçlara ulaşımlardır.²⁸

Stratus optik koherens tomografi ile MKK ölçümü invaziv olmayan nonkontakt bir yöntemdir. Ölçüm esnasında kornea merkezine OKT ışığı cihazın video ekranından izlenen görüntü üzerinde kolaylıkla yerleştirilebilmektedir. Cihazın iç fiksatorü ölçüm esnasında hastanın göz hareketini engelle-

mektedir. Ayrıca UP ile elde edilen MKK ölçümünde ortaya çıkan dezavantajlardan da uzaktır.

Sonuç olarak, bu çalışmada Stratus OKT ile yapılan MKK ölçümlerinin Paradigm marka UP ile elde edilen MKK ölçümleri ile yüksek düzeyde korelasyon sergilediği bulunmuştur. Ancak OKT ile elde edilen ölçümlerin UP ile elde edilenlere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük çıktığı gözlenilmiştir. Bu farklılıkların göz önüne alınması kaydıyla MKK ölçümünde Stratus OKT, UP'ye alternatif olarak güvenilir bir şekilde kullanılabilir. Ancak klinik takiplerde olguların hep aynı tür pakimetri yöntemleri ile takip edilmeleri ve farklı pakimetri yöntemleri ile elde edilen değerlerin birbirleri yerine kullanılmaması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol* 2007;91(4):551-7.
2. Matsuda J, Hieda O, Kinoshita S. Comparison of central corneal thickness measurements by Orbscan II and Pentacam after corneal refractive surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2008;52(4):245-9.
3. Zhao MH, Zou J, Wang WQ, Li J. Comparison of central corneal thickness as measured by non-contact specular microscopy and ultrasound pachymetry before and post LASIK. *Clin Experiment Ophthalmol* 2007;35(9):818-23.
4. Polat S, Can Ç, İlhan B, Zilelioğlu O. [Evaluation of corneal flap thickness in laser in situ keratomileusis using Moria M2 microkeratome]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2008;17(1):11-5.
5. Martin R, de Juan V, Rodríguez G, Cuadrado R, Fernandez I. Measurement of corneal swelling variations without removal of the contact lens during extended wear. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(7):3043-50.
6. Marsich MW, Bullimore MA. The repeatability of corneal thickness measures. *Cornea* 2000;19(6):792-5.
7. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120(6):714-20.
8. Sullivan-Mee M, Halverson KD, Saxon GB, Saxon MC, Shafer KM, Sterling JA, et al. The relationship between central corneal thickness-adjusted intraocular pressure and glaucomatous visual-field loss. *Optometry* 2005;76(4):228-38.
9. Uğurbaş SH, Özcan ME, Erdoğan B, Alpaya A. [Comparison of retina nerve fiber layer measurements with central corneal thickness in glaucomatous, ocular hypertensive and normal eyes]. *TOD* 2008;38(2):122-7.
10. Kurt E, Kurultay I. [The relationship between intraocular pressure, central corneal thickness and refractive errors]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2008;17(2):84-9.
11. Oral D, Atmaca LS. [Optical coherence tomography]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2001;10(1):34-40.
12. Oram O, Gross RL. [Quantitative assessment of retinal nerve fiber layer thickness in early detection and follow-up of glaucoma]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 1997;6(1):45-9.
13. Mumcuoğlu T, Erdurman C, Durukan AH. [Principles and novel clinical applications of optical coherence tomography]. *TOD* 2008;38(2):168-75.
14. Muscat S, McKay N, Parks S, Kemp E, Keating D. Repeatability and reproducibility of corneal thickness measurements by optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43(6):1791-5.
15. Leung DY, Lam DK, Yeung BY, Lam DS. Comparison between central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry and optical coherence tomography. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34(8):751-4.
16. Madgula IM, Kotta S. Stratus optical coherence tomogram III: a novel, reliable and accurate way to measure corneal thickness. *Indian J Ophthalmol* 2007;55(4):301-3.
17. Li EY, Mohamed S, Leung CK, Rao SK, Cheng AC, Cheung CY, et al. Agreement among 3 methods to measure corneal thickness: ultrasound pachymetry, Orbscan II, and Visante anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007;114(10):1842-7.
18. Basmak H, Sahin A, Yildirim N. The reliability of central corneal thickness measurements by ultrasound and by Orbscan system in schoolchildren. *Curr Eye Res* 2006;31(7-8):569-75.
19. Kawana K, Tokunaga T, Miyata K, Okamoto F, Kiuchi T, Oshika T. Comparison of corneal thickness measurements using Orbscan II, non-contact specular microscopy, and ultrasonic pachymetry in eyes after laser in situ keratomileusis. *Br J Ophthalmol* 2004;88(4):466-8.
20. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.
21. Zhao PS, Wong TY, Wong WL, Saw SM, Aung T. Comparison of central corneal thickness measurements by visante anterior segment optical coherence tomography with ultrasound pachymetry. *Am J Ophthalmol* 2007;143(6):1047-9.

22. Budenz DL, Fredette MJ, Feuer WJ, Anderson DR. Reproducibility of peripapillary retinal nerve fiber thickness measurements with stratus OCT in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2008;115(4):661-6.
23. 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(10):1330-7.
24. Bechmann M, Thiel MJ, Neubauer AS, Ullrich S, Ludwig K, Kenyon KR, et al. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device vs standard ultrasonic pachymetry. *Cornea* 2001;20(1):50-4.
25. Wong AC, Wong CC, Yuen NS, Hui SP. Correlation study of central corneal thickness measurements on Hong Kong Chinese using optical coherence tomography, Orbscan and ultrasound pachymetry. *Eye* 2002;16(6):715-21.
26. Wirbelauer C, Scholz C, Hoerauf H, Engelhardt R, Birngruber R, Laqua H. Corneal optical coherence tomography before and immediately after excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2000;130(6):693-9.
27. Reader AL, Salz JJ. Differences among ultrasonic pachymeters in measuring corneal thickness. *J Refract Surg* 1987;3(1):7-11.
28. Ayata A, Ateş ZC, Ünal M, Erşanlı D. [Comparison of central corneal thickness with two different ultrasonic pachymeter in normal population]. *Journal of Glaucoma-Cataract* 2009;4(1):27-9.