

Tonometri-Pakimetri Kombine Cihazının (Topcon CT-1P) Merkezi Kornea Kalınlık Ölçümlerinin Ultrason Pakimetri ve Optik Düşük Koherens Reflektometri ile Karşılaştırılması

Comparison of Central Corneal Thickness Measurements of Tonometry-Pachymetry Combined Device (Topcon CT-1P) with Optical Low-Coherence Reflectometry and Ultrasonic Pachymetry

Mustafa KOÇ¹, Kemal TEKİN², Esat YETKİN², Mehmet ÇITIRIK³, Pelin YILMAZBAŞ⁴

ÖZ

Amaç: Tonometri-pakimetri kombine cihazlarından Topcon CT-1P'nin merkezi kornea kalınlığı (MKK) ölçümlerini optik düşük koherens reflektometri (LenStar) ve ultrasonik pakimetri ile karşılaştırmak.

Gereç ve Yöntem: Sağlıklı gönüllülerin tam oftalmolojik muayenesi yapıldıktan sonra aynı seansta sırasıyla LenStar LS900, Topcon CT-1P ve ultrason pakimetri (PacScan 300A) ile MKK ölçümleri yapıldı. Ölçümlerin birbiri ile olan uyumu bağımlı örneklem t testi ve Bland-Altman grafikleri ile değerlendirildi.

Bulgular: Yetmiş bir gönüllünün 36'sı kadın 35'i erkek olup ortalama yaşları 35,4±8,3 idi. Ortalama sferik eşdeğeri -1.15±0.67 D olarak saptandı. Ortalama MKK değerleri LenStar ile 533,4±35,8 µm, Topcon CT-1P ile 542,9±36,6 µm, ultrason pakimetri ile 532,4±36,2 µm olarak saptandı. Topcon CT-1P ile MKK diğer iki yöntemle göre anlamlı olarak daha yüksek ölçülmektedir (ikisi için p<0,001). Ayrıca Topcon CT-1P ile diğer iki cihazın ölçümleri arasında korelasyon mevcut değildir (LenStar; R=0,023 p=0,456; ultrason pakimetri; R=-0,010 p=0,762). LenStar ve ultrason pakimetri ile elde edilen ölçümler ise birbirine oldukça yakındır (p=0,875) ve iki cihazın ölçümleri arasında korelasyon mevcuttur (R=0.600 p=0,001).

Sonuç: Topcon CT-1P ile elde edilen MKK ölçümleri hem ultrason pakimetri hem de LenStar ölçümlerine göre yaklaşık 10 µm daha yüksek çıkmaktadır. Dolayısıyla cihaz tarafından sunulan düzeltilmiş GİB gerçek GİB'na göre yaklaşık 1 mmHg daha düşük olabilir. Bu durum glokom taramalarında ve özellikle ileri evre glokom hastalarının takibinde önemli olabilir.

Anahtar kelimeler: Merkezi kornea kalınlığı, Ultrason pakimetri, Optik düşük koherens reflektometri.

ABSTRACT

Aim: To compare the central corneal thickness measurements of Topcon CT-1P, a tonometry-pachymetry combined device, with optical low-coherence reflectometry (LenStar) and ultrasonic pachymetry.

Material and Methods: After the full ophthalmologic examination of healthy volunteers, CCT measurements were taken with LenStar LS900, Topcon SA-1P and ultrasound pachymetry in the same session. The correlation of measurements with each other were evaluated with paired samples t-test and Bland-Altman graphs.

1- Uz. Dr., Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları ve Cerrahisi, Ankara - TÜRKİYE

2- Asist. Dr., Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları ve Cerrahisi, Ankara - TÜRKİYE

3- Doç. Dr., Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları ve Cerrahisi, Ankara - TÜRKİYE

4- Prof. Dr., Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları ve Cerrahisi, Ankara - TÜRKİYE

Geliş Tarihi - Received: 02.08.2016

Kabul Tarihi - Accepted: 28.09.2016

Glo-Kat 2017;12:93-97

Yazışma Adresi / Correspondence Address:

Kemal TEKİN

Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Göz Hastalıkları ve Cerrahisi, Ankara - TÜRKİYE

Phone: +90 542 846 4697

E-mail: kemal_htepe@hotmail.com

Results: Thirty six percent of 71 volunteers were female and 35% were male and the average age was 35.4 ± 8.3 years. The mean spherical equivalent was detected as -1.15 ± 0.67 D. The mean CCT values measured by LenStar, Topcon SA-1P and ultrasonic pachymetry were 533.4 ± 35.8 μm , 542.9 ± 36.6 μm , 532.4 ± 36.2 μm , respectively. CCT measured with Topcon SA-1P was significantly higher than the other two methods ($p < 0.001$, in both cases). Also, there was no correlation between the measurements of Topcon CT1-P and other two devices. (LenStar; $R = 0.023$ $p = 0.456$, ultrasonic pachymetry; $R = -0.010$ $p = 0.762$). The measurements obtained with LenStar and ultrasonic pachymetry were pretty close to each other ($p = 0.875$). And there was a correlation between the measurements of the two devices ($R = 0.600$, $p = 0.001$).

Conclusion: The mean CCT measured by Topcon SA-1P was approximately 10 μm higher than with both ultrasound pachymetry and LenStar. Hence, the corrected IOP presented by the device might be approximately 1 mm Hg lower than the true IOP. This condition can be important for glaucoma screening and especially in follow-up of patients with advanced stage glaucoma.

Key words: Central Corneal Thickness, Ultrasonic pachymetry, Optical low-coherence reflectometry

GİRİŞ

Merkezi kornea kalınlığı (MKK) oftalmoloji pratiğinde başta glokom ve kornea hastalıkları olmak üzere birçok hastalığın tanısında ve refraktif cerrahi planlamalarında önemli yere sahiptir.^{1,2} Bu nedenle kornea kalınlığını yüksek doğrulukta ve tekrarlanabilirlikte ölçen, ulaşılması ve uygulaması kolay olan yöntem ve cihazlara ihtiyaç vardır. Günümüzde kornea kalınlığını ölçmek amacıyla ultrasonografi, tarayıcı lazer ışını, Scheimpflug görüntüleme, parsiyel koherens lazer interferometri, optik düşük koherens reflektometri ve optik koherens tomografi gibi bir çok yöntem kullanılmaktadır.³

Son zamanlarda non-kontakt tonometri ile pakimetrisinin tek cihazda birleştirildiği kombine cihazlar yaygınlaşmaya başlamıştır. Çünkü bu cihazlar aynı anda hem göz içi basıncını (GİB) hem de MKK'nı ölçtüğünden kullanım kolaylığı sağlamakta ve özellikle glokom taramalarında kullanışlı olmaktadır. Günümüzde başlıca iki kombine cihaz kullanılmaktadır. Bunlardan ilki Tonopachy NT-530P (Nidek, Gamagori, Japonya) diğeri Topcon CT-1P'dir (Topcon, Tokyo, Japonya). Her iki cihazda GİB ölçümünde konvansiyonel non-kontakt tonometrilere olduğu gibi jet hava akımı kullanır. MKK ölçümlerinde ise kullandıkları yöntem farklıdır. NT-530P'de kalınlık ölçümleri Scheimpflug kamerayla alınan görüntülerin analizi ile yapılır.⁴ Topcon CT-1P'de ise korneaya slit ışık gönderilmekte, epitel ve endotelden yansıyan ışığın analizi ile kalınlık ölçümleri yapılmaktadır. NT-530P'nin hem GİB hem de MKK ölçümleri karşılaştırmalı çalışmalarla değerlendirilmiş olmasına rağmen bildiğimiz kadarıyla literatürde Topcon CT-1P'nin MKK ölçümlerini değerlendiren bir çalışma yoktur.⁴⁻⁶

Çalışmamızın amacı Topcon CT-1P'nin MKK ölçümlerinin doğruluğunu, önceki çalışmalarda yüksek doğrulukta ölçüm aldığı gösterilen optik düşük koherens reflektometri (LenStar LS900, Haag-Streit, Koeniz, Switzerland) ve ultrasonik pakimetri (PacScan 300AP plus, Sonomed) ile karşılaştırarak değerlendirmektir. Çünkü kolay kullanımı ve düzeltilmiş GİB'i sunması nedeniyle kullanımının gün geçtikçe yaygınlaşması beklenmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif non-randomize çalışmaya Ankara Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi polikliniklerine rutin göz muayenesi için başvuran 71 sağlıklı gönüllünün sağ gözü alındı. Çalışma Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesinde etik kurul onayı alındıktan sonra Helsinki Deklarasyonuna uygun olarak yürütüldü. Çalışmaya dahil edilen her gönüllüden aydınlatılmış yazılı onam alındı. Refraksiyon kusurunun düzeltilmesine rağmen görmesi 6/6 olmayan, 4,0 dioptri (D) üzerinde hipermetropisi ve 6,0 D üzerinde miyopisi, 1,25 D üzerinde astigmatizması, bir hafta öncesine kadar kontakt lens kullanım öyküsü olan, diabetes mellitus, sistemik kollagen bağ dokusu hastalığı, korneal skar, kuru göz, topikal ilaç kullanımı gibi kornea kalınlığını etkileyecek problemi olan hastalar, glokomu, oküler travma ve cerrahi öyküsü olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.^{6,7}

Gönüllülerin tam oftalmolojik muayenesi yapıldıktan sonra MKK ölçümleri yapıldı. Ölçümler aynı kişi tarafından (EY), aynı seansta LenStar LS900, Topcon CT-1P ve ultrason pakimetri sırasıyla yapıldı. Böylece önce non-invaziv yöntemlerle sonra invaziv yöntemle ölçüm alınması sağlandı. Kornea kalınlığındaki diüurnal varyasyonun etkisini azaltmak için MKK ölçümleri öğleden önce saat 10 ile 12 arasında yapıldı.⁸

LenStar LS900

LenStar LS900 820 nm dalga boyundaki diod ışığı kullanarak çok kısa sürede kornea eğriliğini, çapını, MKK'yi, pupilla çapını, ön kamara derinliğini, lens kalınlığını ve aksiyel uzunluğu ölçebilen non-kontakt biometri cihazıdır. Hasta ölçüm için uygun pozisyon aldıktan sonra cihazın fiksasyon ışığına baktırılır. Bilgisayar monitörü üzerinden gerekli hizalama yapıldıktan sonra hastadan bir defa göz kapaklarını kapatıp açması istenir ve ardından ölçüm alınır. Cihaz aynı anda art arda 16 ölçüm yapar ve bunlardan en uygun olan 5 tanesinin ortalamasını sunar.

Topcon CT-1P

Cihaz konvansiyonel non-kontakt tonometriyle kombine edilmiş optik pakimetridir. Cihazın optik sisteminden kor-

neaya bilinen bir açıyla, tanjensiyel olarak gönderilen slit ışık endotelden ve epitelden farklı yoğunlukta yansır. Yansıyan ışığın yoğunluk farkı cihazdaki bilgisayar programı ile analiz edilerek MKK saptanır. Hastaya uygun baş pozisyonu verildikten sonra cihaz otofokus özelliğiyle önce otomatik santral korneaya hizalama yapar ardından ölçümleri alarak MKK, düzeltilmemiş GİB ve düzeltilmiş GİB'yi sunar.

Ultrason Pakimetri (PacScan 300AP)

Korneal anestezi % 0,5 proparakain hidroklorid (Alcaine, Alcon) ile sağlandıktan sonra hastadan karşıdaki sabit bir noktaya bakması istenir. Ardından sterilizasyonu sağlanmış prob dikey olarak pupil merkezine uyan bölgede korneaya temas ettirilir. Cihaz tek uygulamada art arda aldığı 5 ölçümün ortalamasını sunar.

İstatiksel Analiz

Veriler Statistical Package for the Social Sciences sürüm 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanılarak analiz edildi. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma) yanı sıra normal dağılımın incelenmesi için Kolmogorov-Smirnov dağılım testi kullanıldı. Verilerin karşılaştırılmasında bağımlı örneklem t testi kullanıldı. Pearson korelasyon analizi ile ölçümler arasındaki korelasyon değerlendirildi. Değerlendirmeler %95 güven aralığında yapıldı ve 0.05'ten küçük olan p değeri istatistiksel olarak anlamlı fark kabul edildi. Ayrıca Bland-Altman grafikleri ile cihazlardan alınan verilerin birbiri ile olan uyumu değerlendirilerek ± 1.96 standart sapmasına göre %95 uyumluluk sınırının alt ve üst sınırları belirlendi.

SONUÇLAR

Yetmiş bir gönüllünün 36'sı kadın 35'i erkek olup ortalama yaşları $35,4 \pm 8,3$ (20-49) idi. Ortalama sferik eşdeğeri -1.15 ± 0.67 D olarak saptandı. Ortalama MKK değerleri LenStar ile $533,4 \pm 35,8$ μm (455-624 μm), Topcon CT-1P ile $542,9 \pm 36,6$ μm (461-639 μm), PacScan 300A ile $532,4 \pm 36,2$ μm (454-631 μm) olarak saptandı. Tablo 1'de üç yöntemle elde edilen MKK ölçümlerinin karşılaştırması görülmektedir.

Topcon CT-1P ile MKK diğer iki yöntemle göre anlamlı olarak daha yüksek ölçülmektedir. Ayrıca Topcon CT-1P ile diğer iki cihazın ölçümleri arasında korelasyon mevcut değildir. LenStar ve PacScan ile elde edilen ölçümler ise birbirine oldukça yakındır ve iki cihazın ölçümleri arasında korelasyon mevcuttur. Grafik 1-3'te Bland-Altman analizleri görülmektedir.

TARTIŞMA

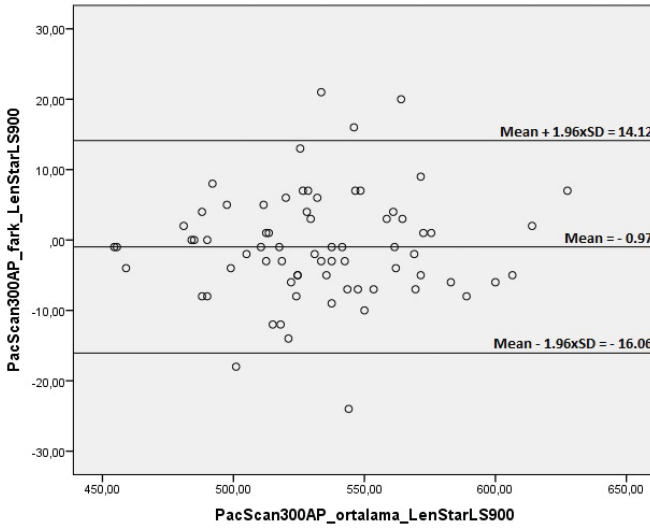
Kornea kalınlığı başta glokom ve keratokonus olmak üzere birçok göz hastalığının tanısında büyük öneme sahiptir. Korneanın kalınlığını ölçen birçok yöntem ve bu yöntemleri kullanan birçok cihaz mevcuttur. Bu cihazların güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği konusunda onlarca karşılaştırmalı çalışma yapılmıştır. Ancak yinede bu yöntemlerden hangisinin en doğru olduğu konusunda görüş birliği yoktur. Günümüzde birçok araştırmacı tarafından altın standart olarak ultrason pakimetri kabul edilmektedir.⁴⁻⁶ Ancak ultrason pakimetrisinin invaziv bir yöntem olması, lokal anestezi gerekmesi, epitel hasarı yapabilmesi, kontaminasyon riski taşıması gibi önemli dezavantajları vardır.⁴⁻⁸ Bu nedenle non-kontakt yöntemlerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu cihazlardan birisi de özellikle glokom taramalarında çok kullanışlı olan Topcon CT-1P'dir. Bu cihaz non-kontakt tonometri ve optik pakimetri kombinasyonundan oluştuğundan aynı anda hem GİB'i hem de MKK'yı ölçer ve kornea kalınlığına göre düzeltilmiş GİB'i sunar. Dolayısıyla doğru GİB ölçümü için MKK'yı yüksek doğrulukta ölçmesi gerekir. Bildiğimiz kadarıyla bu cihazın MKK ölçümlerinin değerlendirildiği karşılaştırmalı çalışma mevcut değildir. Çalışmamızın amacı da Topcon CT-1P'nin MKK ölçümlerini, doğruluğu ve tekrarlanabilirliği önceki çalışmalarla gösterilen optik düşük koherens reflektometri (LenStar) ve ultrason pakimetri ile karşılaştırarak değerlendirmektir.

Tonometri-pakimetri kombine cihazlarıyla yapılan ilk çalışma Schiano ve ark'nin çalışmasıdır.⁹ Bu çalışmada Tonopachy NT-530P ile yapılan MKK ölçümleri ultrasonik pakimetriye göre 13 μm daha düşük, slit tarayıcı lazere (Orbscan) göre 3,7 μm daha yüksek bulunmuştur. Ardından yine aynı cihazla yapılan başka bir çalışmada ise ultrasonik pakimetriye göre 24 μm daha düşük veriler elde edilmiştir.⁴

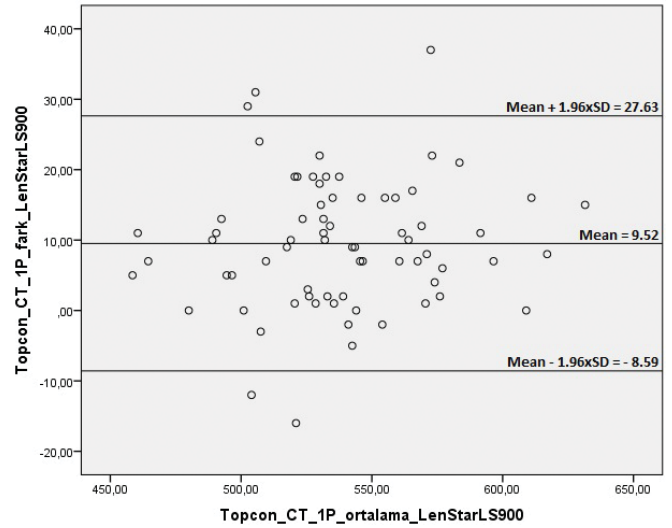
Tablo 1: Her 3 cihazla alınan merkezi kornea kalınlığı ölçümleri arasındaki fark, %95 güven aralığı ve korelasyonu görülmektedir.

	Fark p*	% 95 Güven Aralığı		Korelasyon	
		Alt Sınır	Üst Sınır	R	p**
Topcon CT-1P LenStar LS900	9,52 μm p<0,001	6,83 μm	12,21 μm	0,023	0,456
Topcon CT-1P PacScan 300 AP	10,49 μm p<0,001	7,56 μm	13,42 μm	-0.010	0,762
LenStar LS900 PacScan 300 AP	0,97 μm P=0,875	-3,21 μm	1,27 μm	0.600	0,001

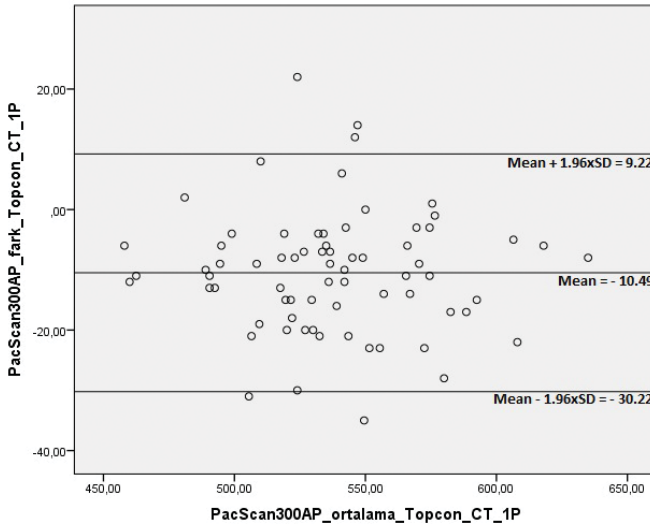
p*= bağımlı örneklem t testi, p**= pearson korelasyon analizi



Grafik 1: PacScan 300AP ve LenStar LS900 ile elde edilen merkezi kornea kalınlığı ölçümlerini karşılaştıran Bland-Altman grafiği. Ortadaki kalın çizgi ölçümlerin ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir. Üst ve alttaki çizgili hatlar % 95 uyumluluk bölgesinin alt ve üst sınırlarını temsil etmektedir.



Grafik 3: Topcon CT-1P ve LenStar LS900 ile elde edilen merkezi kornea kalınlığı ölçümlerini karşılaştıran Bland-Altman grafiği. Ortadaki kalın çizgi ölçümlerin ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir. Üst ve alttaki çizgili hatlar % 95 uyumluluk bölgesinin alt ve üst sınırlarını temsil etmektedir.



Grafik 2: PacScan 300AP ve Topcon CT-1P ile elde edilen merkezi kornea kalınlığı ölçümlerini karşılaştıran Bland-Altman grafiği. Ortadaki kalın çizgi ölçümlerin ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir. Üst ve alttaki çizgili hatlar % 95 uyumluluk bölgesinin alt ve üst sınırlarını temsil etmektedir.

İki çalışmada da Tonopachy NT-530P ile ultrasonik ölçümler arasındaki farkın ultrasonik pakimetri öncesinde uygulanan anesteziğin maddenin stromal hidrasyon üzerindeki etkisine ve ultrason probunun korneaya oblik temasına bağlı olabileceği ifade edilmiştir. Lee ve ark'nin⁶ çalışmasında ise Tonopachy NT-530P ölçümleri ultrasonik pakimetriye göre 16 µm daha yüksek, Tonopachy NT-530P gibi Scheimpflug kamera kullanan Pentacam benzer (0,8 µm fark) bulunmuştur. Bu çalışmada ise Tonopach NT-530P ile ultrasonik pakimetriye göre daha yüksek sonuçlar alınması ultrason

probunun korneaya temasıyla 10-20 µm kalınlığındaki göz yaşı filminin ekarte edilmesine bağlanmıştır. Ayrıca ultrasonik pakimetride diğer bir olası hata kaynağı tüm ölçümlerin tam kornea merkezinden alınmasının güç olmasıdır. Çalışmamızda ise Topcon CT-1P ile elde edilen MKK ölçümleri ultrasonik pakimetriye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede (10 µm) daha yüksek saptanmıştır. Ancak şunu unutmamak gerekir ki Tonopachy NT-530P ve Topcon CT-1P kombine cihazlarının MKK ölçümlerinde kullandığı yöntemler farklıdır. Tonopachy NT-530P Scheimpflug kamera ile, Topcon CT-1P slit ışık ile ölçüm yapmaktadır. Topcon TRK-1P cihazında kombine bir cihaz olup tonometri ve pakimetri yanında keratometri ve refraksiyon kusurunu da ölçebilmektedir. Pakimetri ölçümleri Topcon CT-1P gibi slit ışıkla yapılmaktadır. Wells ve ark'nin¹⁰ bu cihazla yaptıkları çalışmada ise çalışmamızın aksine MKK ölçümleri ultrasonik pakimetriye göre yaklaşık 30 µm daha düşük bulunmuştur.

Önceki çalışmalarda LenStar ile elde edilen MKK ölçümleri diğer ölçüm yöntemleriyle karşılaştırılmış ve bazı farklı sonuçlar elde edilmiş olsa da LenStar kornea kalınlığı ölçümünde güvenilir ve tekrarlanabilir bulunmuştur.¹¹⁻¹³ Ancak bildiğimiz kadarıyla literatürde LenStar'ın kornea kalınlığı ölçümleriyle tonometri-pakimetri kombine cihazların ölçümlerini karşılaştıran bir çalışma mevcut değildir. Çalışmamızda Topcon CT-1P ile elde edilen MKK değerleri LenStar'a göre ultrason pakimetride olduğu gibi yaklaşık 10 µm ve anlamlı olarak daha yüksekti.

LenStar ve ultrason pakimetri ile elde edilen MKK ölçümlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda genellikle arada ufak farklılıkların olduğu ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı çıkarsa dahi klinik açıdan önemsiz olduğu vurgulan-

mıştır.¹⁴ Çalışmamızda da LenStar ve ultrason pakimetri ile elde edilen MKK ölçümlerinin birbirine çok yakın olduğu, arada anlamlı bir fark olmadığı saptandı.

Çalışmamızın bazı dezavantajları mevcuttur. Bunlardan ilki çalışmamızda Topcon CT-1P'nin MKK ölçümlerinin sadece diğer cihazlarla karşılaştırılmış olması, tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmemiş olmasıdır. Önceki çalışmalarda ise LenStar ve ultrason pakimetrisinin yüksek tekrarlanabilirlikte olduğu saptanmıştır.^{15,16} Bir diğer dezavantajımız ölçümlerin az sayıda sağlıklı gönüllüde yapılmış olmasıdır. Benzer bir çalışmanın özellikle glokomu olan hastalarda ve refraktif cerrahi aday/geçirmiş olan hastalarda yapılmasının da gerekli olduğunu düşünüyoruz.

Sonuç olarak Topcon CT-1P ile elde edilen MKK ölçümleri hem ultrason pakimetri hem de LenStar ölçümlerine göre yaklaşık 10 µm daha yüksek çıkmaktadır. Dolayısıyla cihaz tarafından sunulan düzeltilmiş GİB gerçek GİB'ye göre yaklaşık 1 mmHg daha düşük olabilir. Bu durum glokom taramalarında ve özellikle ileri evre glokom hastalarının tabibinde önemli olabilir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Herndon LW. Measuring intraocular pressure-adjustments for corneal thickness and new Technologies. *Curr Opin Ophthalmol* 2006;17:115-9.
2. Price FW, Koller DL, Price MO. Central corneal pachymetry in patients undergoing laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 1999;106:2216-20.
3. Beutelspacher SC, Serbecic N, Scheuerle AF. Assessment of central corneal thickness using OCT, ultrasound, optical-low coherence reflectometry and Scheimpflug pachymetry. *Eur J Ophthalmol* 2011;21:132-7.
4. Garcia-Resua C, Pena-Verdeal H, Minones M et al. Reliability of the non-contact tonopachymeter Tonopachy NT-530P in healthy eyes *Clin Exp Optom* 2013;96:286-94.
5. Fujimura F, Kamiya K, Fujiwara K et al. Repeatability and reproducibility of measurement using a NT-530P noncontact tonopachymeter and correlation of central corneal thickness with intraocular pressure. *Biomed Res Int.* 2013;2013:370592. doi: 10.1155/2013/370592.
6. Lee YG, Kim JH, Kim NR et al. Comparison between Tonopachy and other tonometric and pachymetric devices. *Optom Vis Sci* 2011;88:843-9.
7. Dervişoğulları MS, Totan Y, Yuvacı İ ve ark.. Comparison of central corneal thickness measurement of Nidek Al-Scan, Galilei G4 dual Scheimpflug analyzer and Cirrus HD-OCT. *Glo-Kat* 2015;10:287-292.
8. Muscat S, McKay N, Parks S et al. Repeatability and reproducibility of corneal thickness measurement by optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol* 2002;43:1791-5.
9. Schiano LD, Lombardo M, Tranchina L et al. Repeatability of intra-colar pressure and central corneal thickness measurement provided by a non-contact method of tonometry and pachymetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249:429-34.
10. Wells M, Wu N, Kokkinakis J et al. Correlation of central corneal thickness measurements using Topcon TRK-1P, Zeiss Visante AS-OCT and DGH pachmate 55 handheld ultrasonic pachymeter. *Clin Exp Optom* 2013;96:385-7.
11. Huang J, Liao N, Savini G et al. Measurement of corneal thickness with optical low-coherence reflectometry and ultrasound pachymetry in normal and post-femtosecond laser in situ keratomileusis eyes. *Cornea* 2015;34:204-8.
12. Şimşek A, Bilak Ş, Güler M ve ark. Comparison of central corneal thickness measurements obtained by RTVue OCT, Lenstar, Sirius Topography and ultrasound pachymetry in healthy subjects. *Semin Ophthalmol* 2015;21:1-6.
13. Bayhan HA, Bayhan SA, Muhafiz E ve ark.. Comparison of anterior segment parameters with optical low coherence reflectometer and combine Schimpflug-placido disc topographer. *Glo-Kat* 2013;8:78-82.
14. Gürsoy H, Sahin A, Basmak H et al. Lenstar versus ultrasound for ocular biometry in a pediatric population. *Optom Vis Sci* 2011;88:912-9.
15. Şahin A, Gürsoy H, Başmak H, Yildirim N, Usalp Z, Çolak E. Reproducibility of ocular biometry with a new coherence reflectometer in children. *Eur J Ophthalmol* 2011;21:194-8.
16. 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;31:569-75.