



Merkezi Kornea Kalınlığı Ölçümlerinin Dört Farklı Yeni Cihaz ve Ultrason Pakimetri ile Karşılaştırılması

Comparison of Central Corneal Thickness Measurements with Four Different New Devices and Ultrasound Pachymetry

© Cem Şimşek, © Cansu Kaya, © Aylin Karalezli

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye

Öz

Amaç: Merkezi kornea kalınlığının (MKK) 5 farklı cihaz ile ölçülmesi, cihazların tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesi ve kalınlık değerleri ile cinsiyetler arasındaki olası ilişkinin tespit edilmesi.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Polikliniği'ne başvuran 18-30 yaş arası 154 hastanın (76 kadın, 78 erkek) 308 gözü dahil edildi. Çalışmada otorefraktometre (Topcon, Japonya), ultrason pakimetri (UP) (Ceniscan, ABD), yüksek çözünürlük Pentacam (Oculus, ABD), ön segment-optik koherens tomografi (ÖS-OKT) (Optovue, ABD) ve Spectralis ÖS-OKT (Heidelberg, Almanya) cihazları ile ölçümler gerçekleştirildi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalaması $23,2 \pm 0,2$ idi, ortalama MKK ise $540 \pm 14,1$ μm olarak ölçüldü, bununla birlikte cinsiyetler arasında MKK açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p > 0,05$). Ortalama MKK değerleri; otorefraktometre cihazı ile $557,0 \pm 26,7$ μm , UP cihazı ile $543,6 \pm 32,9$ μm , Oculus Pentacam cihazı ile $533,8 \pm 30,2$ μm , Optovue ÖS-OKT cihazı ile $519,8 \pm 30,1$ μm ve Heidelberg ÖS-OKT cihazı ile $547,5 \pm 31,6$ μm olarak ölçüldü. Cihazlar arasında yapılan ikili karşılaştırmada, Optovue ÖS-OKT cihazı MKK ölçümlerinin otorefraktometre cihazı ve Heidelberg ÖS-OKT cihazı ile yapılan MKK ölçümlerinden anlamlı derecede düşük olduğu tespit edildi (sırasıyla; $p = 0,027$ ve $p = 0,033$). Otorefraktometre, UP, yüksek çözünürlük Pentacam, Optovue ÖS-OKT ve Heidelberg ÖS-OKT MKK tekrarlanabilirlik katsayıları sırasıyla; %1,51, %2,46, %3,72, %2,57 ve %3,34 idi.

Sonuç: Beş farklı cihaz ile yapılan ölçümler sonucunda MKK'nin karşılaştırılabilir olduğu ve klinik olarak kullanılabilir olduğu görüldü. Bununla birlikte Optovue ÖS-OKT'nin MKK değerleri açısından diğer cihazlardan daha düşük değer verdiği tespit edildi. Tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırıldığında ise Pentacam'ın diğer cihazlara göre daha düşük olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Merkezi kornea kalınlığı, kornea, pakimetri, optik koherens tomografi

Abstract

Objectives: To assess the central corneal thickness (CCT) with 5 different devices, evaluate the repeatability of the devices, and determine the possible relationship between thickness values and sex.

Materials and Methods: The study included 308 eyes of 154 patients (76 women, 78 men) between the ages of 18-30 who presented to the Ophthalmology Clinic of Muğla Sıtkı Koçman University Training and Research Hospital. Autorefractor (Topcon, Japan), ultrasound pachymetry (UP) (Ceniscan, USA), high-resolution Pentacam (Oculus, USA), anterior segment-optical coherence tomography (AS-OCT) (Optovue, USA), and Spectralis AS-OCT (Heidelberg, Germany) measurements were assessed.

Results: The mean age of the study participants was 23.2 ± 0.2 years and the mean CCT was 540 ± 14.1 μm , with no statistically significant difference in CCT between sexes ($p > 0.05$). Mean CCT values were 557.0 ± 26.7 μm with the autorefractor, 543.6 ± 32.9 μm with UP, 533.8 ± 30.2 μm with the Oculus Pentacam, 519.8 ± 30.1 μm with Optovue AS-OCT, and 547.5 ± 31.6 μm with Heidelberg AS-OCT. Pairwise comparisons between devices showed that the Optovue AS-OCT gave significantly lower CCT measurements than the

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Cem Şimşek, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye

E-posta: cemsimsek1@hotmail.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0001-8003-745X

Geliş Tarihi/Received: 20.05.2021 **Kabul Tarihi/Accepted:** 06.10.2021

Cite this article as: Şimşek C, Kaya C, Karalezli A. Comparison of Central Corneal Thickness Measurements with Four Different New Devices and Ultrasound Pachymetry. Turk J Ophthalmol. Turk J Ophthalmol 2022;52:318-323

©Telif Hakkı 2022 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

autorefractor and Heidelberg AS-OCT device ($p=0.027$ and $p=0.033$, respectively). The coefficient of repeatability for autorefractor, UP, high-resolution Pentacam, Optovue AS-OCT, and Heidelberg AS-OCT CCT measurements were 1.51%, 2.46%, 3.72%, 2.57%, and 3.34%, respectively.

Conclusion: Measurements made with five different devices showed that CCT was comparable and clinically usable. However, it was determined that the Optovue AS-OCT showed lower CCT values compare to other devices. When compared in terms of repeatability, it was found to be lower in the Pentacam than other devices.

Keywords: Central corneal thickness, cornea, pachymetry, optical coherence tomography

Giriş

Merkezi kornea kalınlığı (MKK) klinik oftalmoloji pratiğinde rutin olarak ölçülen ve glokom, keratokonus, korneal ektazi gibi oküler hastalıkların teşhis ve takibinde kullanılan önemli bir parametredir.¹ Bununla birlikte MKK'nin doğru bir şekilde ölçülmesi; korneal ödem ve endotel fonksiyonunun izlenmesi, refraktif cerrahi planlaması, postoperatif doğru sonuçlar elde edilmesi ve takip için de kullanılmaktadır.² Ayrıca MKK, aplanasyon tonometrisi ile ölçülen göz içi basınç değerini etkiler ve oküler hipertansiyonun primer açık açılı glokoma ilerlemesi için de bağımsız bir risk faktörü oluşturur.³ İdeal bir MKK ölçüm cihazı, hassas ve doğru ölçümler vermesinin yanında, hızlı ve kolay çalıştırılan, maksimum hasta konforu sağlayan, uygun maliyetli ve çok işlevli bir cihaz olmalıdır. Günümüzde hala ultrason pakimetri (UP) altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir ve kolaylığı, taşınabilirliği ve hızlı ölçüm süresi ile yaygın olarak kullanılmaktadır.⁴ UP'nin dezavantajları, temas pakimetrisinin doğruluğunun, kornea girintisinden ve probun yanlış hizalanmasından etkilenebilmesi, topikal anestezi ihtiyacı, epitelyal erozyon ve korneal enfeksiyon riskidir.⁵ Bu nedenle, doğru ölçümler elde edilebildiği sürece korneaya temas etmeyen MKK ölçümleri tercih edilebilir. Günümüzde, MKK ölçümleri için çeşitli invaziv olmayan teknikler ve cihazlar geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları ön segment-optik koherens tomografi (ÖS-OKT), Scheimpflug-Placido disk tabanlı korneal topografi, koherens interferometri tabanlı optik biyometri ve speküler mikroskopidir (SM).^{6,7} Bu yeni tekniklerin güvenilirlikleri, tekrarlanabilirlikleri, avantajları ve dezavantajları henüz tam olarak bilinmemektedir.

Yaptığımız literatür taramasına göre bu çalışmada kullanılan cihazların güvenilirliklerinin ve tekrarlanabilirliklerinin karşılaştırılması daha önce herhangi bir çalışmada yapılmamıştır. Yoğun oftalmoloji pratiği sırasında, MKK'yı ölçmek için tercih edilen yöntem ve cihaza karar verirken bu çalışmada incelenen faktörlerin klinisyenler için yol gösterici olacağına inanıyoruz. Bu çalışma ile kliniğimizde bulunan 5 farklı cihaz ile MKK ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini, güvenilirliğini ve cihazlar arasındaki uyum düzeyini değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Bu prospektif, kesitsel çalışma için Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırma Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (onay numarası: 7/XIII, tarih: 03/2021). Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür. Tüm katılımcılara bu çalışmanın doğası ve amacı hakkında detaylı bilgi verildikten sonra "bilgilendirilmiş onam" formu imzalatılmıştır. Araştırmalardan önce tüm katılımcılara

refraksiyon, yarık lamba mikroskopisi ve indirekt oftalmoskopi dahil olmak üzere tam bir oftalmolojik muayene yapılmıştır. Çalışmaya yarıklı lamba biyomikroskopisi, fundus fotoğrafı ve ÖS-OKT'de herhangi bir patolojik bulgusu olan, son bir ayda kontakt lens kullanım öyküsü olan ve düzeltilmiş görme keskinliği 0,8'den düşük olan katılımcılar dahil edilmemiştir. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Polikliniği'ne başvuran 18-30 yaş arası 154 hastanın (76 kadın, 78 erkek) 308 gözü dahil edildi. Tüm ölçümler tek uzman tarafından ve günün aynı saatinde (sabah 10 ile akşam 3 arasında) yapıldı. Her bir kişinin otokerato refraktometre (TRK-2P, Topcon, Tokyo, Japonya), UP (Ceniscan, Quantel Medical, France), Scheimpflug kamera (Oculus Pentacam HR, Type 70900, Wetzlar, Almanya), ÖS-OKT (Optovue, Fremont, CA, ABD) ve Spectralis ÖS-OKT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) cihazları ile ölçümleri gerçekleştirildi (Şekil 1). Katılımcılar uygun bakış pozisyonuna oturtulduktan sonra her cihazdaki yerleşik sabitleme hedeflerine doğrudan bakmaları talimatı verildi. Doğru hizalamadan sonra, her ölçüm yapılmadan hemen önce göz kırppı açmaları istendi. Her bir ölçümü takiben, katılımcılara başlarını çene desteğinden almaları ve muayene pozisyonuna dönmeleri söylenmiştir. Non-kontakt ölçümler tamamlandıktan sonra en son UP yapıldı. Korneaya ilk önce 1 damla %0,5 topikal proparakain hidroklorür (Alcaine; Alcon, Belçika) ile anestezi uygulandı. Hastadan doğrudan bir fiksasyon hedefine bakması istendi ve prob merkezi kornea yüzeyine dik olarak uygulandı. Bir ölçüm yapıldıktan sonra hastaya göz kırpması talimatı verildi ve tekrarlanan ölçümler elde edildi. Ultrason probu her denekten sonra alkol ile sterilize edildi.

İstatistiksel Analiz

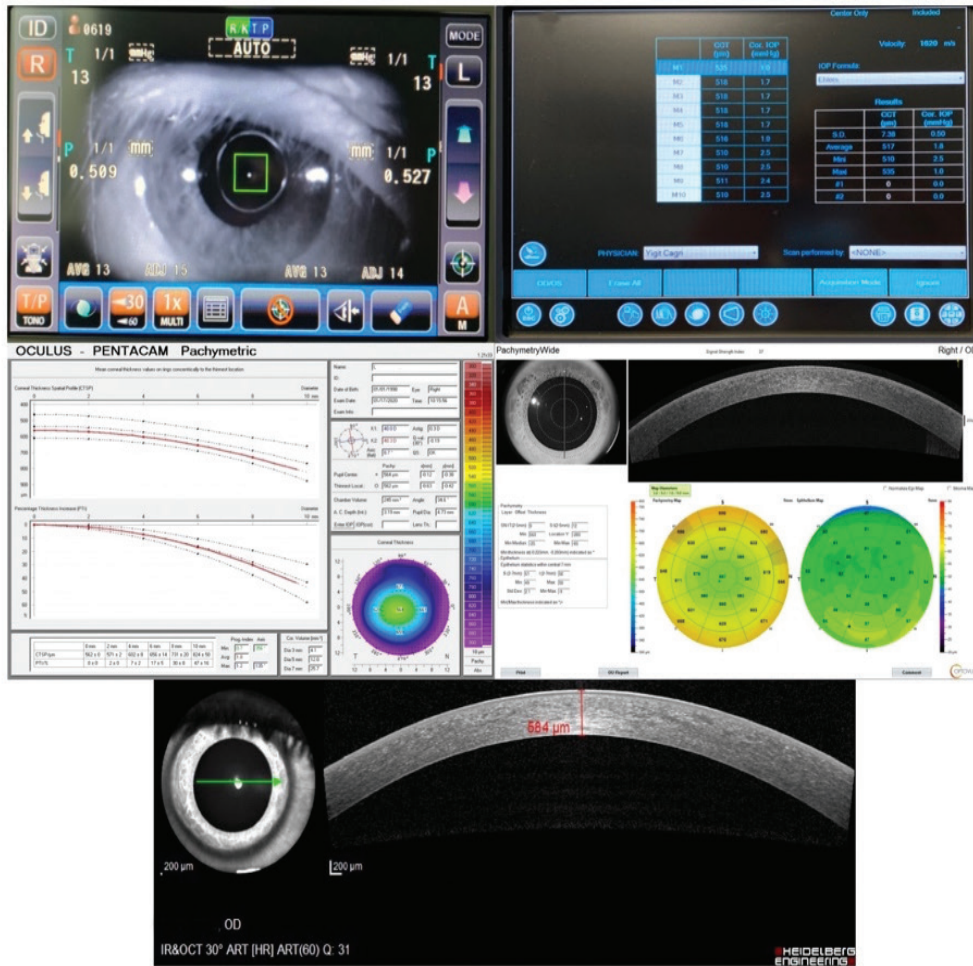
Tüm istatistiksel analizler SPSS Sürüm 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı. Verileri değerlendirmek için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma) kullanıldı. MKK ölçümleri, tekrarlanan ölçümler ANOVA kullanılarak karşılaştırıldı. Tekrarlanabilirlik katsayısı, ortalamanın bir birimi için özne içi varyasyonun bir ölçüsü olarak kullanıldı ve farklı araçlar sağlayan farklı yöntemler arasındaki varyasyonların adil bir şekilde karşılaştırılmasına olanak verdi. Daha küçük değerlere sahip olan cihazlardan alınan ölçümlerin birbirine daha yakın olduğunu, tekrarlanabilirliğinin daha yüksek olduğunu gösterdi. $P<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalaması $23,2\pm0,2$ (18-30 yaş arası) idi. Bu bireylerin %57'si kadın, %53'ü erkek idi. Ortalama MKK $540\pm14,1$ μm olarak ölçüldü, bununla

birlikte cinsiyetler arasında MKK açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$). Ortalama MKK değerleri; otorefraktometre cihazı ile $557,0\pm26,7$ μm , UP cihazı ile $543,6\pm32,9$ μm , Oculus Pentacam cihazı ile $533,8\pm30,2$ μm , Optovue ÖS-OKT cihazı ile $519,8\pm30,1$ μm ve Heidelberg ÖS-OKT cihazı ile $547,5\pm31,6$ μm olarak ölçüldü (Tablo 1). Cihazlar arasında yapılan ikili karşılaştırmada, Optovue ÖS-OKT cihazının MKK ölçümlerini otorefraktometre cihazı ve Heidelberg ÖS-OKT cihazı ile yapılan MKK ölçümlerinden anlamlı derecede düşük ölçtüğü tespit edildi (sırasıyla; $p=0,027$

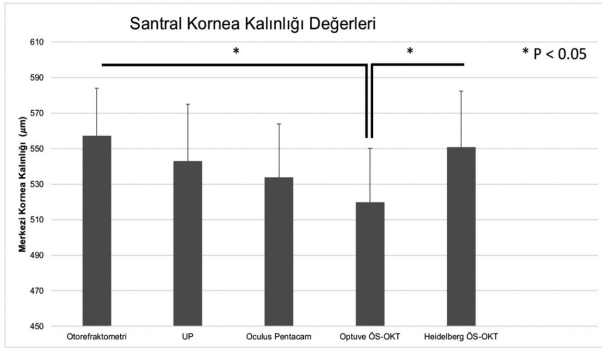
ve $p=0,033$) (Şekil 2). UP cihazı ile en yakın korelasyon gösteren sonuçları Oculus Pentacam (0,98) ve Heidelberg ÖS-OKT (0,98) vermiştir. Diğer 4 alet ile karşılaştırıldığında en zayıf benzerlik sonucu Optovue ÖS-OKT (0,95) cihazı ile elde edilmiştir. Otorefraktometre, UP, yüksek çözünürlük Pentacam, Optovue ÖS-OKT ve Heidelberg ÖS-OKT'nin tekrarlanabilirlik katsayıları ise sırasıyla %1,51, %2,46, %3,72, %2,57 ve %3,34 idi. Düşük yüzdeye sahip cihaz daha yüksek tekrarlanabilirlik göstermektedir.



Şekil 1. Farklı cihazlarla merkezi kornea kalınlığının ölçüm yöntemlerinin temsili gösterimi

Tablo 1. Her bir cihaz için ortalama, en düşük ve en büyük merkezi kornea kalınlığı (μm) ve tekrarlanabilirlik (%) değerleri				
Yöntem/alet	Ortalama MKK $\pm$ SS (μm)	En küçük (μm)	En büyük (μm)	Tekrarlanabilirlik (%)
Otorefraktometri	$557,0\pm26,7$	497	608	1,51
UP	$543,6\pm32,9$	451	610	2,46
Oculus Pentacam	$533,6\pm30,2$	438	588	3,72
Optovue ÖS-OKT	$519,8\pm30,1$	426	581	2,57
Heidelberg ÖS-OKT	$547,5\pm31,1$	457	606	3,34

MKK: Merkezi kornea kalınlığı, SS: Standart sapma, UP: Ultrason pakimetri, ÖS-OKT: Ön segment-optik koherens tomografi



Şekil 2. Ortalama merkez kornea kalınlığı değerlerinin karşılaştırılması. Cihazlar arasında yapılan ikili karşılaştırmada, Optovue ÖS-OKT cihazının MKK ölçümünü otorefraktometre cihazı ve Heidelberg ÖS-OKT cihazı ile yapılan MKK ölçümlerinden anlamlı derecede düşük ölçtüğü tespit edildi (* $p < 0,05$)

MKK: Merkez kornea kalınlığı, UP: Ultrason pakimetri, ÖS-OKT: Ön segment-optik koherens tomografi

Tartışma

Refraktif cerrahi işlemlerde ve birçok oküler hastalığın tanı ve tedavisinde MKK değerlerinden faydalanılmaktadır. Doğru MKK ölçümü klinik kararları ve dolayısıyla tedaviyi etkilemektedir. MKK'yi doğru ölçmek için her birinin kendine özgü değerleri ve sınırlamaları olan çeşitli yöntemler klinik pratikte kullanılmaktadır.⁸ Biz bu çalışmada Türkiye'de sıklıkla kullanılan otorefraktometre, UP, yüksek çözünürlüklü Pentacam, Optovue ÖS-OKT ve Heidelberg ÖS-OKT cihazlarının MKK ölçümlerini karşılaştırdık. Beş farklı cihaz ile yapılan ölçümler sonucunda MKK'nin tüm yöntemler ile tekrarlanabilir, karşılaştırılabilir ve klinik olarak kullanılabilir olduğu görüldü. Bununla birlikte ortalama MKK değeri en yüksek otorefraktometre ile ölçülürken 2. sırada Heidelberg ÖS-OKT, 3. sırada UP, 4. sırada ise Pentacam ile ölçüldü. Optovue ÖS-OKT'nin, MKK değerleri açısından diğer cihazlardan daha düşük değer verdiği tespit edildi. Pentacam'ın diğer cihazlara göre daha yavaş ölçüm yaptığı ve tekrarlanabilirliğinin daha düşük olduğu görüldü. Bununla birlikte takiplerde mümkün olduğunca aynı cihazla ölçüm yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bizim çalışmamızda birbirine en yakın sonuçları UP ile Heidelberg ÖS-OKT cihazı verirken bunu UP-Pentacam ve Pentacam-Heidelberg ÖS-OKT sonuçları takip etmiştir. Bizim sonuçlarımız literatürde daha önce yapılan çalışmalardan bu alanda birtakım farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebinin karşılaştırılan cihazların modellerinin ve markalarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Beutelspacher ve ark.⁹ ÖS-OKT, UP, otorefraktometre ve Pentacam kullanarak MKK karşılaştırdıkları çalışmada otorefraktometre ve UP ölçümlerinin birbirine en yakın sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Huang ve ark.¹⁰ ve Tai ve ark.¹¹ da benzer metodolojiye sahip çalışmalarında yine benzer sonuçlar bulmuşlardır. O'Donnell ve Maldonado-Codina¹² da Pentacam ve UP ölçümleri arasında tekrarlanabilirlik ve benzerlik açısından yakın sonuçlar elde ederken bizim çalışmamızdaki sonuçlara paralel olarak

Pentacam sonuçlarının daha düşük olduğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda UP ile ölçülen ortalama MKK, Oculus Pentacam ile ölçülenden 10 µm daha fazla olarak bulunmuştur. Bunun nedeni, Pentacam pakimetri gibi optik cihazlar MKK ölçümünde prekorneal gözyaşı filmi tabakasından etkilenirken, UP probunun prekorneal gözyaşı filminin yerini alarak kornea epiteline direkt temas etmesidir.¹³ Optovue ÖS-OKT, ortalama MKK ölçümleri arasında en düşük değeri vermiştir. UP cihazı ile karşılaştırıldığında ortalama 24 µm daha düşük sonuç elde edilmiştir.

UP'nin; kornea düzensizlikleri, topikal anestezinin etkisi, prekorneal gözyaşı filminin yer değiştirmesi ve Descemet membranı ile ön kamara arasındaki değişken arka kutup yansıma noktası nedeniyle daha az doğru ölçümler verdiği gösterilmiştir.⁸ Ayrıca UP ölçüm yapan kişiye bağlı olup diğer non-kontakt yöntemlerde ise böyle bir etkilenme olmamaktadır. Bu duruma rağmen bizim çalışmamız da dahil olmak üzere çeşitli çalışmalarda halen UP en güvenilir yöntemlerden sayılmaktadır. Her ne kadar Pentacam, ÖS-OKT ve otorefraktometre gibi diğer temassız optik pakimetri cihazları ile yapılan MKK ölçümleri UP ile yapılan ölçümler ile iyi bir korelasyon gösterse de, UP hala en güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bunun temassız ölçüm yapan optik cihazların prekorneal gözyaşı tabakası, ön kornea refraktif gücü ve hava-kornea arasındaki refraktif kırılma indeks farklılıklarından etkilenmesine bağlı olduğu düşünülmüştür.¹⁴

Scotto ve ark.¹⁵ tarafından yapılan güncel bir çalışmada, MKK, ÖS-OKT, temassız SM ve UP ile karşılaştırılmış ve genel olarak güçlü benzer sonuçlar verdikleri görülmüştür. Ancak ÖS-OKT ile MKK sonuçları UP ile elde edilen sonuçlarla güçlü bir korelasyon gösterirken, temassız SM'nin her iki yöntemden istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek MKK değerleri verdiğini ve tekrarlanabilirliğinin daha düşük olduğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak, farklı cihazlardan elde edilen ölçümlerin birbirinin yerine kullanılamayacağı sonucuna varmışlardır. Gokcinar ve ark.¹⁶ tarafından yapılan başka bir çalışmada yine 4 farklı cihaz ile MKK'yi karşılaştırmışlar ve farklı cihazlarla yapılan ölçümlerin farklı ölçümler verebildiği ve hasta takibinin aynı cihazla ya da yakın uyumlu cihazlar tarafından yapılması gerektiği vurgulanmıştır. González-Pérez ve ark.¹⁷ dört farklı cihazın MKK ölçümlerini karşılaştırmış, tonometrenin Scheimpflug sistem, ÖS-OKT ve UP'ye göre daha düşük değerler verdiğini göstermişlerdir. Bununla birlikte, UP, Pentacam ve ÖS-OKT cihazlarının verdiği değerlerin karşılaştırılabilir olduğu ve doğrusal korelasyon gösterdiği, bu üç cihazın klinik uygulamada birbirinin yerine kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Doğan and Ertan¹⁸ tarafından yapılan başka bir çalışmada sağlıklı bireylerde, Scheimpflug-Placido topografi (Sirius), ÖS-OKT (Spectralis), optik biyometri (AL-scan) ve UP karşılaştırılmış ve MKK değerlerinin birbiriyle iyi korelasyon gösterdiği ancak birbirinin yerine kullanılamayacağı sonucuna varmışlardır. Bu nedenle MKK takiplerinde aynı görüntüleme yöntemlerinin kullanılmasını önermişlerdir. Li ve ark.¹⁹ tarafından yapılan başka bir çalışmada Pentacam (Oculus) ve ÖS-OKT (CASIA2) karşılaştırılmış ve bu iki cihazın ölçümlerinin yüksek korelasyon

gösterdiğini, birbirinin yerine kullanılabileceğini göstermişlerdir. Karaca ve ark.²⁰ sağlıklı gönüllüler üzerinde yaptıkları MKK karşılaştırdıkları çalışmada Scheimpflug kamera sistemi ve iki adet farklı marka SM'yi karşılaştırmışlar ve MKK sonuçlarının birbiriyle korele olduğunu göstermişlerdir. Yine başka bir çalışmada Orbscan 3, Pentacam HR ve UP karşılaştırılmış, elde edilen MKK ölçümlerinin arasında hala uyum sorunları olduğu bildirilmiş, bu nedenle klinik uygulamada birbirinin yerine kullanım önerilmemiştir.²¹

Barkana ve ark.¹³ tekrarlanabilirlik açısından otorefraktometre ile en yüksek ve UP ile en düşük olacak şekilde sonuçlar bulmuşlardır. de Sanctis ve ark.²² keratokonuslu hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarda, Pentacam'ın UP'ye kıyasla daha iyi tekrarlanabilirlik sağladığını gösterdi. Yine bizim çalışmamızdan farklı olarak Tai ve ark.¹¹ Pentacam ile MKK'nin UP'den 10 µm daha yüksek değer verdiğini göstermişlerdir. Bunun sebebinin prekorneal gözyaşı tabakasının Pentacam ölçümüne dahil olabileceği ve UP'deki olası kornea basısının ölçümü etkilenmesinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Aynı çalışmada SM ile olan değerlerin, UP'den 20 µm daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bir diğer çalışmada ise ÖS-OKT kullanılarak ölçülen MKK'nin UP'ye göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu ve MKK'deki ortalama farkın 16,5 µm olduğu gösterilmiştir.²³ Güvenilirlik çalışmalarının yanında, ölçüm süresi, uygun pakimetrik cihazı seçerken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Çalışmamızda 5 yöntemin tümü tekrarlanabilirlik açısından iyi sonuçlar vermiştir. Otopreftometre en yüksek tekrarlanabilir sonuçlar verirken, yüksek çözünürlük Pentacam ve Heidelberg ÖS-OKT diğerlerinden daha düşük tekrarlanabilirlik göstermiştir. Her ne kadar gelişen teknolojiyle birlikte ölçümler birbiriyle uyumlu olarak görülse de, yukarıda belirtilen çalışmalardan anlaşılacağı üzere literatürde en iyi yöntem üzerinde hala ortak görüş sağlanmamıştır. Bu bağlamda bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatüre katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın kısıtlılıkları olarak kişi sayısının az olması, sadece sağlıklı bireyler üzerinde çalışılmış olması gösterilebilir bu da istatistiksel sonuçların etkilenmesine neden olmuş olabilir. Aynı zamanda kliniğimizde SM cihazının bulunmaması nedeniyle bu cihazla ölçüm yapılamamış ve çalışmaya eklenememiştir.

Sonuç

Birbirinden farklı teknoloji kullanarak ölçüm yapan aletler içinden MKK'yi en isabetli, pratik ve kolay ölçüm yapanı tercih edilmelidir. Daha hızlı ölçüm süresi, hasta konforunu artırır ve muayene süresini azaltır. Beş farklı ölçüm cihazı kullanılarak yaptığımız bu çalışmada UP dezavantajlarının olmasına karşın hızlı ve isabetli ölçüm olanağı sağladığından dolayı günümüzde rutin klinikte güvenli kullanılabilecek yöntemdir. Bununla birlikte, otorefraktometre tekrarlanabilirliği en yüksek ve göreceli olarak diğer yöntemlere oranla daha hızlı ölçüm yapmış aksine Pentacam ise en düşük tekrarlanabilirlik göstermiş ve en uzun süre ölçüm süresi göstermiştir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Bu prospektif, kesitsel çalışma için Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırma Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (onay numarası: 7/XIII, tarih: 03/2021).

Hasta Onamı: Tüm katılımcılara bu çalışmanın doğası ve amacı hakkında detaylı bilgi verildikten sonra "bilgilendirilmiş onam" formu imzalatılmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: C.Ş., C.K., Konsept: C.Ş., A.K., Dizayn: C.Ş., Veri Toplama veya İşleme: C.Ş., C.K., Analiz veya Yorumlama: C.Ş., A.K., Literatür Arama: C.Ş., C.K., Yazan: C.Ş., C.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Bayhan HA, Aslan Bayhan S, Can I. Comparison of central corneal thickness measurements with three new optical devices and a standard ultrasonic pachymeter. *Int J Ophthalmol*. 2014;7:302-308.
2. Sadoughi MM, Einollahi B, Einollahi N, Rezaei J, Roshandel D, Feizi S. Measurement of Central Corneal Thickness Using Ultrasound Pachymetry and Orbscan II in Normal Eyes. *J Ophthalmic Vis Res*. 2015;10:4-9.
3. Chen S, Huang J, Wen D, Chen W, Huang D, Wang Q. Measurement of central corneal thickness by high-resolution Scheimpflug imaging, Fourier-domain optical coherence tomography and ultrasound pachymetry. *Acta Ophthalmol*. 2012;90:449-455.
4. Al-Farhan HM, Al-Otaibi WM. Comparison of central corneal thickness measurements using ultrasound pachymetry, ultrasound biomicroscopy, and the Artemis-2 VHF scanner in normal eyes. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:1037-1043.
5. Sedaghat MR, Daneshvar R, Kargozar A, Derakhshan A, Daraei M. Comparison of central corneal thickness measurement using ultrasonic pachymetry, rotating Scheimpflug camera, and scanning-slit topography. *Am J Ophthalmol*. 2010;150:780-789.
6. Khaja WA, Grover S, Kelmenson AT, Ferguson LR, Sambhav K, Chalam KV. Comparison of central corneal thickness: ultrasound pachymetry versus slit-lamp optical coherence tomography, specular microscopy, and Orbscan. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:1065-1070.
7. Bechmann M, Thiel MJ, Roesen B, Ullrich S, Ulbig MW, Ludwig K. Central corneal thickness determined with optical coherence tomography in various types of glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:1233-1237.
8. Tam ES, Rootman DS. Comparison of central corneal thickness measurements by specular microscopy, ultrasound pachymetry, and ultrasound biomicroscopy. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29:1179-1184.
9. 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;21:132-137.
10. Huang J, Pesudovs K, Wen D, Chen S, Wright T, Wang X, Li Y, Wang Q. Comparison of anterior segment measurements with rotating Scheimpflug photography and partial coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37:341-348.
11. Tai LY, Khaw KW, Ng CM, Subrayan V. Central corneal thickness measurements with different imaging devices and ultrasound pachymetry. *Cornea*. 2013;32:766-771.

12. O'Donnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using ultrasound pachymetry and the OCULUS Pentacam. *Cornea*. 2005;24:920-924.
13. Barkana Y, Gerber Y, Elbaz U, Schwartz S, Ken-Dror G, Avni I, Zadok D. Central corneal thickness measurement with the Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry pachymeter, and ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31:1729-1735.
14. Módis L Jr, Langenbacher A, Seitz B. Corneal endothelial cell density and pachymetry measured by contact and noncontact specular microscopy. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28:1763-1769.
15. Scotto R, Bagnis A, Papadia M, Cutolo CA, Risso D, Traverso CE. Comparison of Central Corneal Thickness Measurements Using Ultrasonic Pachymetry, Anterior Segment OCT and Noncontact Specular Microscopy. *J Glaucoma*. 2017;26:860-865.
16. Gokcinar NB, Yumusak E, Ornek N, Yorubulut S, Onaran Z. Agreement and repeatability of central corneal thickness measurements by four different optical devices and an ultrasound pachymeter. *Int Ophthalmol*. 2019;39:1589-1598.
17. González-Pérez J, Queiruga Piñeiro J, Sánchez García Á, González Méijome JM. Comparison of Central Corneal Thickness Measured by Standard Ultrasound Pachymetry, Corneal Topography, Tono-Pachymetry and Anterior Segment Optical Coherence Tomography. *Curr Eye Res*. 2018;43:866-872.
18. Doğan M, Ertan E. Comparison of central corneal thickness measurements with standard ultrasonic pachymetry and optical devices. *Clin Exp Optom*. 2019;102:126-130.
19. Li X, Zhou Y, Young CA, Chen A, Jin G, Zheng D. Comparison of a new anterior segment optical coherence tomography and Oculus Pentacam for measurement of anterior chamber depth and corneal thickness. *Ann Transl Med*. 2020;8:857.
20. Karaca I, Yilmaz SG, Palamar M, Ates H. Comparison of central corneal thickness and endothelial cell measurements by Scheimpflug camera system and two noncontact specular microscopes. *Int Ophthalmol*. 2018;38:1601-1609.
21. Gharieb HM, Ashour DM, Saleh MI, Othman IS. Measurement of central corneal thickness using Orbscan 3, Pentacam HR and ultrasound pachymetry in normal eyes. *Int Ophthalmol*. 2020;40:1759-1764.
22. de Sanctis U, Missolungi A, Mutani B, Richiardi L, Grignolo FM. Reproducibility and repeatability of central corneal thickness measurement in keratoconus using the rotating Scheimpflug camera and ultrasound pachymetry. *Am J Ophthalmol*. 2007;144:712-718.
23. 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;143:1047-1049.