



Kataraktı Olan Gözlerde Göz İçi Lens Gücü Hesaplanmasında Parsiyel Kohorens İnterferometri ile Optik Düşük Kohorens Reflektometri Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Comparison of Partial Coherence Interferometry and Optic Low Coherence Reflectometry for Intraocular Lens Power Calculation in Cataract Patients

Mustafa Doğan*, Onur Polat*, Mahmut Karadaş*, Tuncay Küsbeci**, Güliz Fatma Yavaş*, Sibel İnan*, Ümit Übeyt İnan*

*Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Afyon, Türkiye

**Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İzmir, Türkiye

Özet

Amaç: Parsiyel kohorens interferometri (PKİ) ile optik düşük kohorens reflektometri (ODKR) ölçümlerini karşılaştırmak ve refraksiyon değerlerinden beklenen sapma miktarları arasında fark olup olmadığını araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2013-Şubat 2013 tarihleri arasında kliniğimizde katarakt tanısı ile opere edilmiş hastaların dosyaları retrospektif incelendi. Ultrasonografik biometri, PKİ ve ODKR ölçümleri aynı seansta alınmış 42 göz çalışmaya dahil edildi. Hastaların oftalmolojik ve sistemik bulguları, cihazlardan elde edilen aksiyel uzunluk (AU), ön kamara derinliği (ÖKD), keratometrik değerler (K1, K2), emetropi için önerilen göz içi lens (GİL) gücü ölçümleri ile 20 gözde refraksiyon kusurundan sapma değerleri kaydedildi.

Sonuçlar: Olguların yaş ortalaması 68,00±13,15 yıl idi (20 erkek, 7 bayan). PKİ ve OKDR biometri cihazları ile yapılan AU, K2 ve öngörülen GİL gücü ölçümler arasında anlamlı farklılık saptanmazken, PKİ cihazı ile ÖKD'nin 0,02 mm daha sığ ve K1 değerinin 0,27 D daha dik ölçüldüğü gözlendi (sırasıyla p=0,003, p=0,037). Her iki cihazla alınan ölçümler arasında anlamlı derecede yüksek korelasyon gözlendi (p<0,0001). İki cihaz arasında hastaların 1. hafta ve 1. ay refraksiyon değerlerinden beklenen sapma miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla p=0,152 ve 0,181).

Tartışma: Optik biometri cihazlarının ölçümleri arasındaki uyumluluk ve farklılıkların bilinmesi önemlidir. PKİ cihazı ile ODKR cihazı arasında alınan biometrik ölçümler arasında bazı farklılıklar olmasına karşın ölçümler arasında yüksek korelasyon bulunması, her iki cihazın klinik kullanımda birbirinin yerine kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. (Turk J Ophthalmol 2014; 44: 419-23)

Anahtar Kelimeler: GİL gücü hesaplama, parsiyel kohorens interferometri, optik düşük kohorens reflektometri, refraktif sapma

Summary

Objectives: To compare the measurements obtained by partial coherence interferometry (PCI) (AL Scan, Nidek) and optical low coherence reflectometry (OLCR) (Lenstar, Haag-Streit AG) and to evaluate the inter-device differences with respect to deviation from target refraction.

Materials and Methods: The medical charts of the patients who underwent cataract surgery between January 2013 and February 2013 in our department were retrospectively evaluated. Forty-two eyes with ultrasonographic biometry, PCI, and OLCR measurements performed in the same visit were included in the study. Ophthalmological and systemic findings of the patients, axial length (AL), anterior chamber depth (ACD), intraocular lens (IOL) power calculations recommended for emetropy, and keratometry measurements (K1, K2) in all eyes, and deviations from target refraction in 20 eyes were noted.

Results: The mean age of the patients was 68.00±13.15 years; female/male ratio was 7/20. There were no statistically significant differences between the two devices with respect to AL, K2, and recommended IOL power measurements, whereas ACD measured by PCI was 0.02 mm more shallow and K1 values in PCI were 0.27 D steeper (p=0.003 and p=0.037, respectively). There was a good

correlation between the measurements of the two devices ($p < 0.0001$). Moreover, deviations from target refractions measured at 1 week and 1 month did not differ significantly between the two devices ($p = 0.152$ and $p = 0.181$, respectively).

Conclusion: It is important to know the correlation and differences between measurements obtained by different biometry devices. In our study, as measurements of PCI and OLCR correlated well despite the negligible differences, we suggest that both methods can be used interchangeably. (Turk J Ophthalmol 2014; 44: 419-23)

Key Words: IOL power calculation, partial coherence interferometry, optical low coherence reflectometer, refractive deviation

Giriş

Katarakt cerrahisi, gerek cerrahide kullanılan cihazlardaki teknolojik ilerlemeler, gerek uygulamadaki gelişmeler ve gerekse göz içi lens (GİL) kalitesinin artmasıyla refraktif cerrahi olarak değerlendirilebilecek düzeye gelmiştir.^{1,2} Hastaların, katarakt cerrahisinden beklentileri artmıştır.³

Katarakt cerrahisinde başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden birisi preoperatif GİL gücünün hatasız hesaplanmasıdır.⁴ Aksiyel uzunluk (AU) ölçümü, GİL gücünün doğru hesaplanmasında en önemli ölçüm olup ortaya çıkan hatanın %50'sinden sorumludur.⁵ Aksiyel uzunluk ve diğer parametrelerin ölçümlerinde hataların olmaması ve hedef refraksiyona ulaşılması için yapılan biometrik ölçümler oldukça önemlidir.^{6,7}

GİL gücü hesaplamasında ultrasonografi ve optik biometri yöntemleri kullanılmaktadır.⁸ Ultrasonik biometride; kontakt ve immersiyon yöntemi ile ölçüm alınabilir.⁹ Kontakt biometri yönteminde probun korneaya teması gerekli olduğundan, ölçümü yapan kişinin probu korneaya gereğinden çok veya az bastırması ile AU ölçümleri olduğundan daha kısa veya uzun ölçülebilmektedir. Optik biometride göze temas olmadan hızlı ve kolay ölçüm alınabilmektedir. Laser interferometrinin kullanıldığı bu cihazlarda, AU ölçümüne ek olarak merkezi korneal kalınlık (MKK) ölçümü, ön kamara derinliği (ÖKD) ve GİL gücü hesaplama formüllerinin veri tabanları mevcuttur. Korneal kontakt metoda göre 5 kat daha güvenilir olan bu yöntemde, hata payı kullanımcıdan bağımsızdır.¹⁰

Günümüzde çeşitli optik biometri cihazları bulunmaktadır. Bunlardan ikisi; parsiyel koherens interferometre cihazı-PKİ (AL Scan, Nidek, Japonya-2012) ve optik düşük-koherans reflektometri cihazı-ODKR'dir.¹¹ (Lenstar, Haag-Streit AG, İsviçre-2009).

Optik düşük koherens reflektometri, göz içindeki mesafeleri ölçmek için ışık dalgalarının koherens süperpozisyonu kullanılır. Cihaz AU, MKK, ÖKD, AD, lens kalınlığı ve retinal kalınlık ölçümleri için 820 nm süperluminesant diod lazer kullanır. Keratometri, limbus-limbus mesafe ölçümü ve pupillometri için 950 nm ışık yayan diodu (LED) için kullanır. Cihaz tek seferde yeniden düzenleme yapmadan 16 ardışık ölçüm almaktadır ve bunların ortalaması verilmektedir.¹²

Parsiyel koherens interferometri, göz içindeki mesafeleri ölçmek için optik kohorens tomografiye benzer bir teknoloji kullanır. Aksiyel uzunluk ölçümü için 830 nm süperluminesant diod lazer kullanılmaktadır. Ön kamara derinliği ile santral korneal kalınlık ölçümleri 470 nm LED ışık kaynağı kullanılarak Scheimpflug prensibi ile ölçülmektedir. Pupil çapı ve white-

to-white ölçümleri için elde edilmiş ön segment görüntüleri üzerinden işlem yapılır.^{13,14}

Çalışmamızın amacı; GİL gücünün hesaplanmasında PKİ ve ODKR cihazları ile yapılan biometrik ölçümlerin ve beklenen refraksiyondan sapma değerlerinin karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem

Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı polikliniğine Ocak 2013-Şubat 2013 tarihleri arasında görme seviyesinde azalma ile başvuran, katarakt teşhisi konularak fakoemülsifikasyon yöntemi ile ameliyat edilen 53 hastanın dosyası retrospektif olarak incelendi. Ultrasonografik biometri, PKİ ve ODKR ölçümleri aynı seansta alınmış, tam oftalmolojik muayeneleri yapılmış ve takiplerine düzenli gelmiş 27 hastanın 42 gözü çalışmaya dahil edildi. Ultrasonografik biometri (E-Z Scan AB5500+, Sonomed) için gerekli olan keratometri ölçümleri için otorefraktometrideki (RK-F1 Full Auto Ref-Keratometer, Canon) keratometri değerleri kullanıldı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak düzenlendi ve Fakültemiz Etik Kurul'undan etik onay alındı.

Parsiyel kohorens interferometri ile 48 gözün 4'ünden (%8,33), miyopik dejenerasyon, yoğun nükleer katarakt ve arka subkapsüler katarakt nedeniyle ölçüm alınamadı, ODKR ile bu sayı aynı nedenlerle 5 (%10,42) idi ve bu gözler GİL gücü hesaplanması aşamasında çalışma dışında bırakıldı. İki cihazın AU, ÖKD, keratometrik değerler (K1, K2) ve emetropi için önerilen GİL gücü ölçümleri karşılaştırıldı. Postoperatif 1. hafta ve 1. ay otorefraktometri ile keratometri değerleri alınan ve tam oftalmolojik muayeneleri aynı hekim tarafından yapıp dosyalarına kaydedilen 20 hastanın 20 gözünün postoperatif 1. hafta ve 1. ay düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEİGK) sağlayan refraksiyon kusurundan sapma değerleri hesaplanarak iki cihaz değerleri karşılaştırıldı. Sferik eşdeğer, DEİGK sağlayan silindirik değerinin yarısının sferik değere eklenmesiyle hesaplandı.

Elde edilen veriler, istatistik paket programı (SPSS for Windows, version 18.0, SPSS, Chicago, IL, USA) kullanılarak bilgisayara kaydedildi. Cihazlardan elde edilen verilerin karşılaştırılması, normal dağılım gösteren değişkenler için paired t-test, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Wilcoxon testi kullanılarak yapıldı. Ölçümler arasındaki korelasyon, Pearson ve Spearman korelasyon analizi ile değerlendirildi. Değerlendirmeler %95 güven aralığında yapıldı, p değerinin 0,05'den küçük olması istatistiksel anlamlı fark olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya yaş ortalaması $68,00 \pm 13,15$ yıl (32-84 yıl) olan 20 erkek ve 7 kadının 42 gözü dahil edildi. Tablo 1'de her iki biometri ile yapılan AU, ÖKD, keratometri ölçümleri ve emetropi için önerilen GİL güçleri gösterilmektedir. Optik düşük koherens reflektometri cihazı ile karşılaştırıldığında, PKİ cihazı ile ÖKD'nin 0,02 mm daha sığ ölçüldüğü saptandı ($p=0,003$). Optik düşük koherens reflektometri cihazı ile ölçülen K1 keratometri değerlerinin PKİ cihazı ölçülen değerlere göre 0,27 D daha düz olduğu görüldü ($p=0,037$). Parsiyel kohorens interferometri cihazı ile alınan AU, ÖKD, K1, K2 keratometri ölçümlerinin ve önerilen İOL güçlerinin, OKDR cihazı ile yapılan ölçümlerle yüksek korelasyon gösterdiği saptandı (Tablo 2).

Katarakt cerrahisi sonrası 1. hafta ve 1. ay tam oftalmolojik muayeneleri yapılmış ve bilgileri dosyalarına kaydedilmiş

		PKİ n=42	OKDR n=42	p
AU (mm)	ortalama±SS	23,75±1,16	23,79±1,17	0,278*
ÖKD (mm)	ortalama±SS	3,21±0,40	3,23±0,39	0,003*
K1 (D)	ortalama±SS	43,26±1,55	42,99±1,56	0,037*
K2 (D)	ortalama±SS	44,59±2,41	44,52±2,07	0,412**
GİL (D)	ortalama±SS	19,80±2,97	19,88±3,06	0,920**

PKİ: Parsiyel optik koherens interferometre, OKDR: Optik düşük koherans reflektometri, AU: Aksiyel uzunluk, ÖKD: Ön kamara derinliği, K1: Düz keratometri değeri, K2: Dik keratometri değeri, GİL: Öngörülen GİL gücü, SS: Standart sapma, p=*Paired T test, **Wilcoxon test

20 hastanın 16'sı erkek, 4'ü kadın olup yaş ortalamaları $67,35 \pm 12,79$ idi. Her iki cihaz için operatif 1. hafta ve 1. ay beklenen refraksiyon değerlerinden sapma miktarları Tablo 3'de, operatif 1. hafta ve 1. ay beklenen refraksiyon değerlerinden sapma miktarları hesaplanan 20 hastanın iki cihaz arasındaki AU, ÖKD, K1, K2 keratometri ölçümleri ile önerilen İOL güçlerinin karşılaştırılması Tablo 4'de gösterilmiştir. Buna göre iki cihaz AU, ÖKD ve K1 keratometri ölçümleri arasındaki fark anlamlı idi (sırasıyla $p=0,029$, $p=0,010$, $p=0,008$). K2 keratometri ve önerilen İOL güçlerinin farkı istatistiksel olarak anlamlı değildi (sırasıyla $p=0,975$, $p=0,657$). Refraksiyon değerlerinde beklenen sapma değerleri PKİ ile daha az saptanmasına rağmen iki cihaz arasında 1. hafta ve 1. ay refraksiyon değerlerinden beklenen sapma miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (Şekil 1, 2). Pearson korelasyon analizi ile %95 güven aralığında 1. hafta ve 1. ay hedeflenen refraksiyon değerlerinden beklenen sapma değerlerinde, iki cihaz ölçümleri arasında yüksek korelasyon olduğu saptandı ($r=0,943$, $p<0,0001$ ve $r=0,954$, $p<0,0001$).

Tartışma

Katarakt ameliyatı sonrası hedef refraksiyon değerine ulaşabilmek için en önemli basamak GİL gücünün doğru hesaplanmasıdır. Olsen,¹⁵ GİL gücünün hesaplanmasındaki refraktif tahmin hatasının %36'sının aksiyel uzunluktan, %42'sinin ön kamara derinliğinden ve %22'sinin keratometri değerlerinden kaynaklandığını bildirmiştir. Bu nedenle ameliyat öncesi dönemde alınan biometrik ölçümlerin doğru ve tekrarlanabilir olması önemlidir.

Cihazlar Arasındaki Farkın %95 Güven Aralığı					
n=42	Fark±SD (PKİ-OKDR)	Alt sınır	Üst sınır	r	p
AU (mm)	-0,04±0,03	-0,10	0,03	0,983	<0,0001*
ÖKD (mm)	-0,02±0,01	-0,03	-0,01	0,996	<0,0001*
K1 (D)	0,27±0,13	0,02	0,53	0,859	<0,0001*
K2 (D)	0,07±0,09	-0,12	0,27	0,958	<0,0001**
GİL (D)	-0,08±0,17	-0,42	0,26	0,896	<0,0001**

PKİ: Parsiyel optik koherens interferometre, OKDR: Optik düşük koherans reflektometri, AU: Aksiyel uzunluk, ÖKD: Ön kamara derinliği, K1: Düz keratometri değeri, K2: Dik keratometri değeri, GİL: Öngörülen GİL gücü, *Pearson korelasyon analizi, **Spearman korelasyon analizi

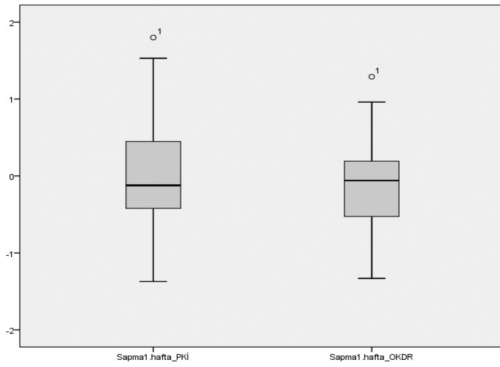
		PKİ n=20	OKDR n=20	p
1. hafta	ortalama±SS	-0,01±0,79	-0,10±0,68	0,152
	Median (aralık)	-0,12 (-1,37-1,80)	-0,06 (-1,33-1,29)	
1. ay	ortalama±SS	-0,05±0,81	-0,13±0,68	0,181
	Median (aralık)	-0,002 (-1,30-1,80)	-0,11 (-1,09-1,29)	

PKİ: Parsiyel optik koherens interferometre, OKDR: Optik düşük koherans reflektometri, SS: Standart sapma, p=Paired t test

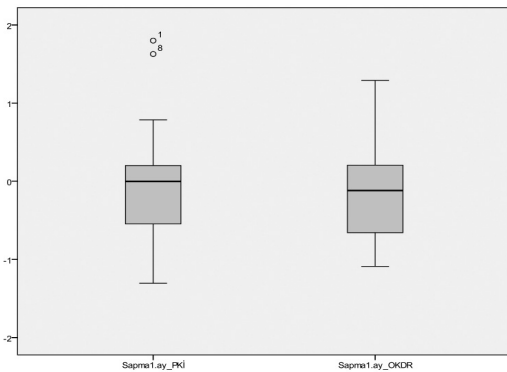
Tablo 4. PKİ ile OKDR cihazları ile elde edilen ölçümlerin beklenen refraksiyon değerlerinden sapma miktarları hesaplanan hastalarda karşılaştırılması

		PKİ n=20	OKDR n=20	p
AU (mm)	ortalama±SS	23,71±0,85	23,75±0,88	0,029
ÖKD (mm)	ortalama±SS	3,22±0,38	3,25±0,37	0,010
K1 (D)	ortalama±SS	43,59±1,37	43,36±1,34	0,008
K2 (D)	ortalama±SS	44,32±1,65	44,32±1,55	0,975
GİL (D)	ortalama±SS	19,83±2,71	19,86±2,79	0,657

PKİ: Parsiyel optik koherens interferometre, OKDR: Optik düşük koherans reflektometri, AU: Aksiyel uzunluk, ÖKD: Ön kamera derinliği, K1: Düz keratometri değeri, K2: Dik keratometri değeri, GİL: Öngörülen GİL gücü, SS: Standart sapma, p=Paired t test



Şekil 1. Parsiyel kohorens interferometri ile optik düşük koherans reflektometri cihazları ile elde edilen ölçümlerin beklenen refraksiyon değerlerinden 1. hafta sapma miktarlarının median değerleri



Şekil 2. Parsiyel kohorens interferometri ile optik düşük koherans reflektometri cihazları ile elde edilen ölçümlerin beklenen refraksiyon değerlerinden 1. ay sapma miktarlarının median değerleri

Ultrasonik biometri uzun yıllar altın standart olarak kabul görmüştür. 1999 yılında ilk PKİ (IOLMaster, Carl Zeiss AG, Germany) cihazı kullanılmaya başlamasıyla ultrasonik biometri yerini daha hassas ve güvenilir optik biometriye bırakmaya başlamıştır.^{16,17} 2009 yılında OKDR ve 2012 yılında yeni bir PKİ (AL Scan, Nidek, Japonya) kullanıma girmiştir. Bu biometriler non-kontakt olmasının yanında MKK, ÖKD, AU, lens kalınlığı ve keratometrik değerlerin ölçümüne de olanak sağlar.

Optik biometrinin tek dezavantajı ışığın geçmesini engelleyen yoğun nükleer, arka subkapsüler ve beyaz kataraktlarda hastanın ışık fiksasyonu kötü olduğundan ölçüm alınamamasıdır. Çalışmamızda; yoğun nükleer, arka subkapsüler ve miyopik dejenerasyon nedeniyle PKİ cihazı ile %8,33 OKDR cihazı ile ise %10,41 oranında ölçüm alınamadı. Çalışmada kullandığımız PKİ ile literatürde bir oran bulunmamakla birlikte OKDR için bu oran çeşitli çalışmalarda %8-15 arasında değişmektedir.^{5,8,18,19}

Yeni geliştirilen optik biometri cihazlarının ölçümleri arasındaki uyumluluk ve farklılıkların bilinmesi önemlidir. Çünkü aksiyel uzunluk hesaplanırken yapılacak 0,01 mm hata, 0,03 D GİL gücü farklılığına neden olur. Aynı zamanda; ÖKD hesaplanırken yapılabilecek 1 mm hata; yaklaşık olarak miyopik gözlerde 1 D, emetropik gözlerde 1,5 D ve hipermetropik gözlerde 2,5 D postoperatif refraksiyon hatasına neden olabilir.²⁰ Bu nedenle, bu çalışmada cihazlar arasındaki ölçümlerdeki farklılıklara odaklanılmıştır.

Çalışmamızda; OKDR cihazı ile alınan K1 değerlerinin, PKİ cihazı ile alınan K1 değerlerinden 0,27 D daha düz olduğu saptandı. Literatürde OKDR ile çalışmada kullandığımız PKİ arasında bu ölçümleri kıyaslayan çalışma bulunmamaktadır. Buckhurst ve ark.¹⁸ yaptığı çalışmada; OKDR cihazı ile alınan ortalama K değerlerinin, parsiyel kohorens interferometri ile alınan K değerlerine göre 0,76 D daha düz olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada; OKDR ile alınan ortalama K değerlerinin, parsiyel koherens interferometre ve Javal keratometri ile alınan K değerlerine göre sırasıyla 0,65 D ve 0,61 D daha düz olduğu saptanmıştır.⁸

Çalışmamızda, OKDR cihazı ile ölçülen ÖKD'nin, PKİ cihazı ile ölçülen ÖKD'den 0,02 mm daha derin saptandı (p=0,003). Literatürde OKDR cihazı ile çalışmada kullandığımız PKİ cihazı arasında ÖKD ölçümlerini kıyaslayan çalışma bulunmamakla birlikte PKİ ve OKDR arasında yapılan çalışmalarda da benzer bir şekilde OKDR cihazı ile ÖKD daha derin olarak saptanmıştır. Bunun nedeni olarak OKDR cihazı ile alınan ölçümlerin optik zondan, buna karşın PKİ cihazı ile alınan ölçümlerin ise lateral slit aydınlatma ile elde edilmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir.^{18,21} Ancak çalışmada kullandığımız PKİ cihazı ile alınan ölçümler lateral slit aydınlatma yerine Scheimpflug görüntüleme ile elde edilmektedir.

Literatürde çalışmamızda kullandığımız PKİ cihazı ile OKDR cihazı arasında ameliyat sonrası 1. hafta ve 1. ayda hedeflenen refraksiyon değerlerinden beklenen sapma değerlerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda ameliyat sonrası hem 1. hafta hem de 1. ayda hedeflenen refraksiyon değerlerinden beklenen sapma değerlerinin PKİ cihazında daha az saptanmasına rağmen iki cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Sonuç olarak, PKİ cihazı ve OKDR cihazı yüksek güvenilirlikte ve hızlı ölçüm alınmasına olanak sağlayan kontakt olmayan optik biometrilerdir. İki cihaz arasında alınan biometrik ölçümler arasında bazı farklılıklar olmasına karşın ölçümler arasında yüksek korelasyon göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, daha kapsamlı ve prospektif çalışmalarla desteklenmelidir.

Kaynaklar

1. Foster A, Gilbert C, Johnson G. Changing patterns in global blindness: 1988-2008. *Comm Eye Health*. 2008;21:37-9.
2. Madge SN, Khong CH, Lamont M, Bansal A, Antcliff RJ. Optimization of biometry for intraocular lens implantation using the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand*. 2005;83:436-8.
3. Lindfield R, Vishwanath K, Ngounou F, Khanna RC. The challenges in improving outcome of cataract surgery in low and middle income countries. *Indian J Ophthalmol*. 2012;60:464-9.
4. Eleftheriadis H. IOLMaster biometry: refractive results of 100 consecutive cases. *Br J Ophthalmol*. 2003;87:960-3.
5. Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye (Lond)*. 2002;16:552-6.
6. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 1992;18:125-9.
7. Lee AC, Qazi MA, Pepose JS. Biometry and intraocular lens power calculation. *Curr Opin Ophthalmol*. 2008;19:13-7.
8. Salouti R, Nowroozadeh MH, Zamani M, Ghoreyshi M, Salouti R. Comparison of the ultrasonographic method with 2 partial coherence interferometry methods for intraocular lens power calculation. *Optometry*. 2011;82:140-7.
9. Leaming DV. Practice styles and preferences of ASCRS members: 2003 survey. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:892-900.
10. Çankaya C, Doğanay S. Göz İçi Lens Gücü Hesaplaması ve Optik Biometri. *Glo-Kat*. 2011;6:207-14.
11. Goebels SC, Seitz B, Langenbacher A. Comparison of the New Biometer OA-1000 with IOLMaster and Tomey AL-3000. *Curr Eye Res*. 2013;38:910-6.
12. Bayhan HA, Bayhan SA, Muhafız E, Can İ. Optik Düşük Koherens Reflektometri ve Kombine Scheimpflug-Placido Disk Topografisi ile Değerlendirilen Ön Segment Parametrelerinin Karşılaştırılması. *Glo-Kat*. 2013;8:78-82.
13. Nidek User's guide, Specifications, AL-Scan, Gamagori, Japan. 2012:220-1.
14. Roibeard O'hEineachain. New Biometry Tools. *Eurotimes*. 2013;18:10.
15. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007;85:472-85.
16. Drexler W, Baumgartner A, Findl O, Hitztenberger CK, Sattmann H, Fercher AF. Submicrometer precision biometry of the anterior segment of the human eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997;38:1304-13.
17. Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitztenberger CK. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 1998;126:524-34.
18. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, Naroo SA, Davies LN, Berrow EJ. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br J Ophthalmol*. 2009;94:106-10.
19. Mylonas G, Sacu S, Buehl W, Ritter M, Georgopoulos M, Schmidt-Erfurth U. Performance of three biometry devices in patients with different grades of age-related cataract. *Acta Ophthalmol*. 2011;89:237-41.
20. Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOL Master algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34:920-4.
21. Rabsilber TM, Jepsen C, Auffarth GU, Holzer MP. Intraocular lens power calculation: clinical comparison of 2 optical biometry devices. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36:230-4.