

# Siklopleji Sonrası Uygulanan Topikal Pilocarpin Hidroklorürün Ön Segment Parametreleri Üzerine Etkisi

## The Effect of Topical Pilocarpine Hydrochloride on the Anterior Segment Parameters After Cycloplegia

Kemal ÖZÜLKEN<sup>1</sup>, Erdem YÜKSEL<sup>2</sup>, Hasan KIZILTOPRAK<sup>3</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Siklopleji sonrası uygulanan %2'lik pilokarpin hidroklorür (PH) göz damlasının ön segment parametrelerine olan etkisinin değerlendirilmesi.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya 19-51 yaş aralığındaki 32 sağlıklı yetişkin dahil edildi. AllegroTopolyzer (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, Texas) görüntüleme sistemi ile her iki göz tarandıktan sonra fundus muayenesi için her iki göze birer damla %1'lik siklopentolat hidroklorür (sikloplejin) damlatıldı. Sikloplejinin etkisini nötralize etmek için PH damlatıldı ve damladan 1 saat sonra Topolyzer ölçümü tekrarlandı. PH damlatılması öncesi ve sonrası; göz içi basıncı, düz ve dik keratometri değerleri ( $K_1$  ve  $K_2$ ), astigmatizma değeri ve aksı, Q değeri, pupil çapı ve pupil apeks x ve y eksenlerindeki değerler karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Katılımcıların yaş ortalaması  $28.40 \pm 7.58$  olup 18'i erkek 14'ü kadındı. PH damlatılmasından 1 saat sonra, her iki gözde ortalama göz içi basıncı değerleri dilatasyon öncesi ölçülen değerlere göre 2,6 mmHg daha düşük, pupil çapı ise ortalama 1 mm daha büyük olarak ölçüldü. Bu değerler istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0.001$ ). Diğer parametrelerde kaydedilen değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi.

**Sonuç:** Siklopleji sonrası uygulanan pilokarpin damlanın ön segment parametreleri üzerine pupil çapı ve göz içi basıncı dışında istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Siklopleji etkisi altında olan gözlerde ön segment cerrahisi planlanması durumunda pilokarpin damla kullanılarak siklopleji etkisi nötralize edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ön segment parametreleri, pilokarpin hidroklorür, siklopleji, topolyzer.

### ABSTRACT

**Purpose:** To evaluate of the effect of 2% pilocarpine hydrochloride (PH) eye drops on anterior segment parameters after cycloplegia.

**Materials and Methods:** Thirty-two healthy adults aged between 19 and 51 years were included in the current study. Both eye measurements were taken with the Allegro Topolyzer (WaveLight Inc.) imaging system, and then a drop of 1% cyclopentolate was instilled on both eyes for preoperative retinal examination and cycloplegic otorefractometry measurement. Subsequently PH was dropped to neutralize the effect of cycloplegia and Topolyzer measurement repeated 1 hour after instillation of PH. Flat and steep keratometry values ( $K_1$  ve  $K_2$ ), astigmatism magnitude and axis, Q value, pupil diameter, and pupil apex x and y axis were compared before and after the instillation of PH.

**Findings:** Eighteen patients were male and 14 were female, the average age of the participants was  $28.40 \pm 7.58$  years. After 1 hour of PH instillation, the mean intraocular pressure values in both eyes were measured 2.6 mmHg lower and pupil diameter was measured 1 mm greater compared to initial measurements. These values were statistically significant ( $p < 0.001$ ). The change in other parameters was not significant.

**Conclusion:** There is no statistically significant effect on the anterior segment parameters of pilocarpine drop applied after cycloplegia except for pupil diameter and intraocular pressure. The effect of cycloplegia can be neutralized by using pilocarpine drops in patients scheduled for anterior segment surgery.

**Key Words:** Anterior segment parameters, pilocarpine hydrochloride, cycloplegia, topolyzer.

1- Uz. Dr., TOBB ETÜ Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları ABD, Ankara, Türkiye

2- Yrd. Doç. Dr. Kastamonu Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları ABD, Kastamonu, Türkiye

3- Asist. Dr. Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi - Received: 17.10.2018

Kabul Tarihi - Accepted: 12.11.2018

Glo-Kat 2019; 14: 93-97

Yazışma Adresi / Correspondence Address:

Kemal ÖZÜLKEN

TOBB ETÜ Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları ABD, Ankara, Türkiye

Phone: +90 312 292 9900

E-mail: kemalozulken@hotmail.com

## GİRİŞ

Pilocarpin hidroklorür (PH), bir kolinerjik agonist olup primer açı kapanması glokomunda önemli bir tedavi seçeneğidir.<sup>1</sup> Sfinkter pupilla kasında kontraksiyon yaparak periferik irisi açıdan uzaklaştırarak açığı açmakta, aynı zamanda sklera mahmuzunda gerilme sağlamakta ve dolayısıyla trabeküler ağdan hümör aköz drenajında da artışa yol açmaktadır.<sup>2</sup> Diğer taraftan siliyer kasın kasılması ile lens kalınlığı artmakta, lens iris diyaframı öne itilmekte ve ön kamera daralmaktadır.<sup>1</sup> Ayrıca siliyer kas spazmı nedeniyle ağrıya, pupilla kenarında arka yapışıklıklara, iris kistlerine, katarakt oluşumuna ve nadiren periferik retina yırtıklarına da neden olabilmektedir.<sup>2</sup>

Oftalmolojik muayenenin önemli bir bileşeni olan ön segment muayenesi geleneksel olarak yarı lamba biyomikroskopisi ile gerçekleştirilmekle birlikte, günümüzde ön segment parametrelerinin objektif olarak kantitatif değerlendirilmesi önem arz etmektedir.<sup>3</sup> Son yıllarda, Scheimpflug video fotoğrafik cihazları gibi yeni geliştirilen cihazlar, gözün ön segmentinin objektif olarak değerlendirilmesi için popüler hale gelmiştir.<sup>4</sup> Bu cihazlar yardımıyla oküler farmakokinetik, glokom patogenezi, intraoküler lens gücü hesaplaması ve refraktif cerrahiye rehberlik gibi konularda büyük gelişmeler kaydedilmiştir.<sup>5,6,7</sup>

Refraktif cerrahi aday hastalarımıza kliniğimizde rutin oftalmolojik muayeneleri sonrasında topografik ölçümleri alınarak refraktif cerrahi için uygun olup olmadıkları saptanmaktadır. Daha sonra %1 siklopentolat damla ile siklopleji sağlanmakta ve sikloplejik otorefraktometre ölçümlerinin ardından detaylı arka segment muayenesi yapılarak refraktif cerrahi için risk oluşturacak herhangi bir patolojinin varlığı araştırılmaktadır. Tüm muayene ve ölçümler sonrasında refraktif cerrahi için uygun olan hastalarımıza siklopleji etkisi altında oldukları için aynı gün ameliyat planlanamamaktadır. Sikloplejik etkiyi ortadan kaldırmak ve pupil çapını topografi cihazı ile ölçüm alacak kadar küçültmek için uygulanan %2 PH (Pilosed®, Bilim İlaç San. Tic. A.Ş., Türkiye) damla bu hastaların belki de aynı gün ameliyat olmasını sağlayabilir.

Bu çalışmada topografi cihazı ile tespit edilen düz ve dik keratometri değerleri ( $K_1$  ve  $K_2$ ), astigmatizma değeri ve aksı, Q değeri, pupil çapı ve pupil apeks x ve y eksenlerinin sikloplejik muayene sonrası siklopleji etkisini nötralize etmek için uygulanan topikal %2 PH (Pilosed®, Bilim İlaç San. Tic. A.Ş., Türkiye) damlanın tekrar alınan ön segment ölçümleri üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 2017- 2018 yılları arasında kliniğimize refraktif cerrahi amacıyla başvuran ve aynı gün cerrahi planlanan hastaların kayıtları geriye dönük olarak

incelenmiştir. Bu çalışma lokal etik komitesi tarafından onaylanmış olup Helsinki deklarasyonuna uygun olarak yapılmıştır.

Bu çalışmada refraktif cerrahi adayı olan sikloplejik muayenesi yapılan ve sonrasında pilocarpin hidroklorür damlatılan hastalar çalışmaya dâhil edilmiştir. Herhangi bir konjonktival ve korneal cerrahi geçirmeyen, kontakt lens kullanım öyküsü olmayan, kuru göz tanısı olmayan, antiglokomatöz ve suni gözyaşı kullanmayan hastalar çalışmaya alınmıştır. Kornea patolojisi, glokom, üveit, daha önce göz travması, arka segment patolojisi olan hastalar, topikal veya sistemik ilaç kullananlar veya ön segment parametrelerini etkileyebilecek sistemik hastalıkları olan ve Topolyzer ölçümlerine uyumu zayıf olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Hastaların dosyalarında mevcut olan demografik özellikleri, kırma kusurları, ameliyat öncesi oküler hastalıkları, düzeltilmiş en iyi görme keskinlikleri, göz içi basıncı değerleri (Goldmann aplanasyon tonometresi-mmHg), biyomikroskopik özellikleri, detaylı fundus muayenesi bulguları ile düz ve dik keratometri değerleri ( $K_1$  VE  $K_2$ ), astigmatizma ve aksı, Q değeri, pupil çapı, pupil apeks x ve y değerlerini içeren Topolyzer ölçümleri değerlendirildi.

Allegro Topolyzer (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, Texas) Placido disk tabanlı videokeratoskopi esasına dayanmaktadır.<sup>7</sup> 22 halka içeren bu cihaz 22.000 nokta ile kornea yüzeyinin yüksek çözünürlüklü verilerini üretmektedir. Cihaz, keratometrik verileri santral, parasantral ve periferik olmak üzere üç ayrı korneal bölgede sunmaktadır. Bu cihaz kornea parametreleri, pupil çapları ilgili değerli bilgiler sunmaktadır.<sup>7</sup> Topolyzer kullanarak ölçümler alınırken, hastalardan sistemdeki hedefe sabitlenmeleri ve teknisyenin komutlarına uyulması istenmektedir. Ölçümler sırasında kullanıcıya bağlı değişkenleri ekarte etmek amacıyla otomatik çekim modu kullanılmıştır ve tüm çekimler aynı teknisyen tarafından yapılmıştır. Tüm ölçümler mezopik şartlarda, gözyaşı filminin yayılmasını sağlamak için göz kırptıktan 3-4 saniye sonra yapılmıştır. Her ölçüm 3 defa tekrarlanmış ve en iyi hizalama ve fiksasyona sahip olan ölçüm veri analizi için seçilmiştir.

Verilerin istatistiksel analizi için Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) paket programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu histogramlar ve Kolmogorov-Sminrnov testi ile incelendi. Pilocarpin hidroklorür öncesi ve sonrası ölçümleri karşılaştırmak için eşleştirilmiş iki grup arasındaki farkların testi (Paired-Samples "t" testi) uygulandı. Tüm veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak rapor edildi. İstatistiksel anlamlılık için  $P < 0,05$  kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya 32 sağlıklı gönüllünün (18 erkek, 14 kadın) 64 gözü dahil edildi. Gönüllülerin yaş ortalaması  $28.40 \pm 7,58$  (min:19; maks:51) yıldı.

Pilokarpin hidroklorür uygulanması öncesinde ve sonrasında elde edilen ortalama veriler Tablo 1'de sunulmuştur. PH öncesi ve sonrası karşılaştırılan tüm değerler sağ ve sol göz açısından benzerdi ve aralarında iki göz açısından anlamlı bir fark yoktu ( $p > 0,05$ , her biri için). Her iki gözde ortalama göz içi basıncı değerleri PH sonrası 2,6 mmHg daha düşük ölçülmüş olup; bu istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0.001$ ). Dilate olan göze PH uygulanması sonrasında dilatasyon öncesine göre ortalama pupil çapı 1 mm daha büyük olarak ölçüldü ve bu değer istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0.001$ ).

## TARTIŞMA

Bir nonselektif muskarinik reseptör agonisti olan PH, glokom tedavisinde uzun yıllar boyunca korneoskleral açıyı açıp trabeküler çıkış akımını artırarak, göz içi basıncını düşürme kabiliyeti nedeniyle kullanılmaktadır.<sup>8</sup> Göz içi basıncı üzerindeki etkilere ek olarak, PH ayrıca ilaca bağlı olsun veya olmasın dilate olan pupilde konstrüksiyon oluşturmak

amacıyla da kullanılmaktadır.<sup>9</sup> Bu çalışmada Topolyzer ile önceden ölçülen ön segment parametrelerinin, sikloplejik muayene sonrası siklopleji etkisini nötralize etmek için damlatılan topikal PH'nün ön segment parametreleri üzerine etkilerini ortaya koymayı amaçladık.

Ön segment yapılarının değerlendirilmesi amacıyla farklı fizik prensiplerine dayanan ultrasonik biyomikroskopi, optik koherens tomografi, tarayıcı slit topografi ve dönen Scheimpflug kamera gibi farklı yöntemler kullanılabilir.<sup>10</sup> Allegro Topolyzer plaseo disk tabanlı bir cihaz olup ön segmentin niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirilmesini yüksek güvenilirlik ve tekrarlanabilirlikle sunabilen bir cihazdır.<sup>11</sup>

Katarakt cerrahisi sonrasında meydana gelen refraktif sürprizlerin ve düşük görsel sonuçların en önemli nedenleri hatalı biyometri ölçümleri ve torik lens implantasyonunda aksın yer değiştirmesi olarak sayılabilir.<sup>12</sup> Göz içi lensin (GİL) gücünün hesaplanmasına yönelik geliştirilen biyometri formüllerinde birçok parametre kullanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları korneal keratometri değerleri ve globun aksiyel uzunluğu ve ön kamara derinliğidir.<sup>13</sup> Korneal keratometri değerindeki her 0,25 D'lik değişim postoperatif 0,25 D refraktif hataya, aksiyel uzunluktaki her 1 mm'lik değişim

**Tablo 1. Pilokarpin Öncesi ve Sonrası Ön Segment Parametrelerinin Karşılaştırılması.**

| <i>Topolyzer Ile Elde Edilen Ön Segment Parametreleri</i> | <b>Pilosed Öncesi Ön Segment Parametreleri</b><br>Ort±SS<br>(min-maks) | <b>Pilosed Sonrası Ön Segment Parametreleri</b><br>Ort±SS<br>(min-maks) | <b>P*</b>        |
|---|--|---|------------------|
| <b>Görme Keskinliği</b>                                   | 0,98 ± 0,8<br>(0,5 - 1,00)   | 1,00 ± 0,0<br>(1,00 - 1,00)   | 0,159            |
| <b>Göz İçi Basıncı (mmHg)</b>                             | 15,2± 3,0<br>(9 - 21)  | 12,6±2,8<br>(6 - 19)  | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>K1(D)</b>  | 42,9±1,5<br>(40,4 - 47,2)  | 44,3±1,4<br>(41,6 - 47,8)   | 0,793            |
| <b>K2(D)</b>  | 44,3±1,4<br>(41,60 - 47,60)  | 44,3±1,4<br>(41,5 - 47,8)   | 0,266            |
| <b>Astigmatizma</b>                                       | -1,41±1,07<br>(-0,10 - -5,40)  | -1,43± 1,07<br>(-0,1 - -5,20)   | 0,359            |
| <b>Aks</b>  | 83,1±81,1<br>(0,20 - 180)  | 96,6±80,6<br>(0,80 - 179,4)   | 0,066            |
| <b>Q Değeri</b>   | 0,56±0,77<br>(0,34 - 0,70)   | 0,54±0,08<br>(0,16 - 0,72)  | 0,074            |
| <b>Pupil Çapı (mm)</b>                                    | 3,08±0,85<br>(1,81- 6,44)  | 4,08±1,11<br>(1,81 - 5,90)  | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Pupil Apex X</b>                                       | -0,01±0,18<br>(-0,56 - 0,42)   | -0,01±0,21<br>(-0,58 - 0,40)  | 0,954            |
| <b>Pupil Apex Y</b>                                       | 0,05±0,12<br>(-0,29 - 0,25)  | 0,00±0,11<br>(-0,29 - 0,26)   | 0,582            |

\*Eşleştirilmiş örneklem t testi  
Koyu değerler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

ise lens gücünde 3 D'lik bir değişime yol açmaktadır.<sup>14</sup> Ön kamara derinliğinin GİL gücü hesaplanması için kullanılan çeşitli formüller üzerindeki önemli etkisi daha önce gösterilmiştir.<sup>15</sup> Koç ve ark. yaptıkları çalışmada, sikloplejin damlattıkları hastalarda ön kamara hacmindeki değişimin GİL hesaplamalarını etkileyebileceklerini vurgulamışlar ve hastalarda ön kamara derinliğini içermeyen formüllerle daha doğru sonuçlar elde edilebileceğini belirtmişlerdir.<sup>16</sup> Bizim çalışma grubumuzda sikloplejinin etkilerini geri döndürmek için uygulanan PH'ün keratometri değerleri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Bununla beraber, PH'ün ön kamara derinliğinde azalma yaptığı daha önce bildirilmiştir.<sup>8</sup> Fakat PH'ün sikloplejinden sonraki kullanımında ön kamara derinliğindeki değişim ile ilgili elimizde yeterli veri mevcut değildir. Bu nedenle PH'ün GİL hesaplamalarındaki bu net etkisi bilinmediğinden, sikloplejinli gözlerden sonra veya tek başına kullanılırken ön kamara açısının değerlendirilmediği formüllerin uygulanması daha doğru sonuçlar elde etmemizi sağlayabilir.

Astigmatik düzeltme, hastaların refraktif beklentilerinin artmasından dolayı, katarakt cerrahisinin giderek daha önemli bir bileşeni haline gelmiştir.<sup>17</sup> Torik GİL implantasyonu bu beklentileri karşılamak için güvenilir ve etkili bir yöntem sağlar; ancak, ameliyat öncesi ölçümler yapılırken ve aks işaretlemeleri yapılırken özellikle dikkatli olunmalıdır.<sup>17</sup> Hastanın astigmatik aksının doğru belirlenmesi ve işaretlemeler büyük bir önem sahiptir. Hasta grubumuzda sikloplejin sonrası pilosed damlatılan gözlerde pilosed uygulaması öncesi ve sonrası astigmatizma değeri ve aksı açısından herhangi bir farklılık saptamadık. Bu nedenle gerekli durumlarda pilokarpin hidroklorür damlatıldıktan sonra elde edilen topografik ölçümlerin torik IOL planlamasında kullanılabileceği görülmektedir.

Q değeri ile tasvir edilen kornea asferisitesindeki değişiklikler ve optik aberasyonlarda buna karşılık gelen artış, sadece görme kalitesinde değil, aynı zamanda kontrast sensitivite ve gece görüşü gibi görsel fonksiyonlarda da önemli bir etkiye sahiptir.<sup>18,19</sup> Preoperatif ve postoperatif Q değerleri kornea ve refraktif ameliyatlarda önemli parametrelerdir. Allegro Topolyzer gibi yeni cihazlar, cerrahın ameliyat sırasında istenen bir Q değerini belirterek asferisitede (postoperatif Q değeri eksi preoperatif Q değeri) istenen ortalama değişikliği belirlemesine izin vermektedir.<sup>19</sup> Artan pupil çapının korneal asferisite üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda, dilatasyon öncesinde elde edilen Q değeri ile pilokarpin hidroklorür damla sonrasında elde edilen Q değeri arasında anlamlı bir fark saptamadık. Dolayısıyla PH damla sonrasında elde edilen Q değerinin refraktif cerrahi planlamasında ve korneal asferisitenin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

Pupil çapı ve apeks değerleri uygun refraktif cerrahi yaklaşımın belirlenmesi açısından önemlidir.<sup>20,21,22</sup>

Dolayısıyla PH'ün pupil çapı üzerindeki etkisi bilinmelidir. Pupil çapı, sempatik ve parasempatik sinir sistemi üzerinde etkili olan oftalmik ilaçlardan etkilenmektedir. Pupil çapı değişikliklerine eşlik eden bir diğer önemli parametrede pupil merkezi sapmalarıdır.<sup>20</sup> Pupillerin santralindeki sapmalar, özellikle wavefront-rehberli refraktif cerrahinin, aberrasyonların ölçümünden sonra farklı bir ilaç durumunda yapıldığı durumlarda, ani değişikliklere yol açabildiğinden önemlidir.<sup>20</sup> Pupil çapındaki değişikliklerin etkilediği bir diğer nokta da aberrasyon değerleridir. Optik zon pupil çapı oranının rezidüel aberasyonlar üzerinde önemli bir etkisi vardır. Rezidüel sferik aberasyon ve koma değerleri, pupil çapı optik zon boyutundan daha büyük olduğunda, diğer bireysel yüksek sıralı aberasyon değerlerine göre açıkça daha büyüktür ve pupil boyutu arttıkça hızla artmaktadır.<sup>21</sup> PH'ün uygulanmasından sonra yaklaşık 25 dakika sonra zirveye ulaşan küçük, superiora doğru olan pupil santralinde kayma oluşturduğu bilinmektedir.<sup>20</sup> Bizim hasta grubumuzda pupil merkezinde her hangi bir sapma tespit etmedik. Fakat pupil çapında sikloplejin sonrası PH kullandığımızda pupil çapının ilk ölçülen değerine göre artış saptadık. Bu nedenle bu hastalarda refraktif cerrahi planlanırken tekrardan bir değerlendirme yapılması gerekli görülmektedir. Aksi takdirde beklenenden düşük görsel sonuçlarla karşılaşılabilir.

Sonuç olarak, refraktif cerrahi veya katarakt cerrahisi planlanırken; sikloplejin sonrası sikloplejik etkiyi nötralize etmek için uygulanan topikal PH ön segment parametrelerini çok fazla değiştirmeden sikloplejik etkiyi ortadan kaldırmaktadır. Sikloplejik muayene sonrası refraktif cerrahi planlaması yapılırken hastanın aynı gün ameliyat olmak istemesi durumunda pilokarpin damlatılarak sikloplejik etki ortadan kaldırılabilir. Bu sonuçların daha geniş kapsamlı ve daha fazla sayıda çalışma ile desteklenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Şimşek T. Primer aç kapanması glokomunda güncel tanı ve tedavi. Osmangazi Tıp Dergisi 2018; 40: 90-100.
2. Skaat A, Rosman MS, Chien JL, et al. Effect of pilocarpine hydrochloride on the schlemm canal in healthy eyes and eyes with open-angle glaucoma. JAMA Ophthalmol. 2016; 134: 976-81.
3. Palamar M, Egrilmez S, Uretmen O, et al. Influences of cyclopentolate hydrochloride on anterior segment parameters with Pentacam in children. Acta Ophthalmol. 2011; 89: 461-5.
4. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg. 2008; 34: 368-76.
5. Rabsilber, T.M., Khoramnia, R., Auffarth, G.U. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. J. Cataract Refract. Surg. 2006; 32: 456-9.
6. Mabed IS, Saad A, Guilbert E, et al. Measurement of pupil center shift in refractive surgery candidates with caucasian eyes using infrared pupillometry. J Refract Surg. 2014; 30: 694-700.

7. Huang J, Savini G, Su B, et al. Comparison of keratometry and white-to-white measurements obtained by Lenstar with those obtained by autokeratometry and corneal topography. *Cont Lens Anterior Eye*. 2015; 38: 363-7.
8. Talajic JC, Lesk MR, Nantel-Battista M, et al. Anterior segment changes after pilocarpine and laser iridotomy for primary angle-closure suspects with Scheimpflug photography. *J Glaucoma*. 2013; 22: 776-9.
9. Edgar DF, Crabb DP, Rudnicka AR, et al. Effects of dipivefrin and pilocarpine on pupil diameter, automated perimetry and LogMAR acuity. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1999; 237: 117-24.
10. Barkana Y, Gerber Y, Elbaz U, et al. Central corneal thickness measurement with the Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry pachymeter, and ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg*. 2005; 31: 1729-35.
11. Wang Q, Savini G, Hoffer KJ, et al. A comprehensive assessment of the precision and agreement of anterior corneal power measurements obtained using 8 different devices. *PloS one*. 2012; 7: e45607.
12. Lundstrom M, Dickman M, Henry Y, et al. Risk factors for refractive error after cataract surgery: Analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2018; 44: 447-52.
13. Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg*. 1997; 23: 1356-70.
14. Khambhiphant B, Varadisai A, Visalvate N. Intrapersonal comparison of initial axial length, keratometric readings, and intraocular lens power over a 6-month interval using an IOLMaster device. *Clin Ophthalmol*. 2015; 9: 21-4.
15. Gökce SE, Montes De Oca I, Cooke DL, et al. Accuracy of 8 intraocular lens calculation formulas in relation to anterior chamber depth in patients with normal axial lengths. *J Cataract Refract Surg*. 2018 Mar;44(3):362-368.
16. Koç M, Tekin K, Özçelik Soba D ve ark. Topikal siklopentolatın ön segment biyometrisine etkisi. *Glokom-Katarakt* 2017; 12: 56-9.
17. Lin HY, Fang YT, Chuang YJ, et al. A comparison of three different corneal marking methods used to determine cyclotorsion in the horizontal meridian. *Clin Ophthalmol*. 2017; 11: 311-5.
18. Gatinel D, Malet J, Hoang-Xuan T, et al. Analysis of customized corneal ablations: theoretical limitations of increasing negative asphericity. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002; 43: 941-8.
19. Manns F, Ho H, Parel J-M, et al. Ablation profiles for wavefrontguided correction of myopia and primary spherical aberration. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 766-74.
20. Hoang TA, Macdonnell JE, Mangan MC, et al. Time Course of Pupil Center Location after Ocular Drug Application. *Optom Vis Sci*. 2016; 93: 594-9.
21. Fang L, Wang Y, He X. Effect of pupil size on residual wavefront aberration with transition zone after customized laser refractive surgery. *Optics express*. 2013; 21: 1404-16.
22. Arba Mosquera S, Verma S. Effects of torsional movements in refractive procedures. *J Cataract Refract Surg*. 2015; 41: 1752-66.