



# Hipermetropik Anizometropide Oküler Biyometri ve Kornea Biyomekaniği

## Ocular Biometry and Cornea Biomechanics in Hypermetropic Anisometropia

Ebru Demet Aygıt, Zeynep Alkın, Birsen Gökyiğit, Hülya Güngel, Ahmet Demirok  
Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Kliniği, İstanbul, Türkiye

### Özet

**Amaç:** Hipermetropik anizometropik gözlerde, ön kamara derinliği (ÖKD), kornea eğriliği (KE), merkezi kornea kalınlığı (MKK), horizontal kornea çapını içeren oküler biyometrik parametreleri ve Oküler Cevap Analizörü (OCA) ile ölçülen korneanın biyomekanik özelliklerini değerlendirmek ve aynı hastaların sağlam gözleri ile karşılaştırmak.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya hipermetropik anizometropiye bağlı ambliyopi tanısı ile takip edilen 32 olgunun 64 gözü dahil edildi. Hipermetropik anizometropisi olan gözler grup 1 (n=32), aynı hastaların sağlam gözleri ise grup 2'yi (n=32) oluşturdu. Sikloplejili refraksiyon değerleri, düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEGK), kornea topografisi, aksiyel uzunluk (AU) ölçümü, biyomikroskopi ve fundus muayeneleri yapıldı. Kornea histerezisi (KH), kornea direnç faktörü (KDF) ve kornea düzeltmeli göz içi basıncı (GİBg) değerleri kaydedildi.

**Bulgular:** Hastaların yaş ortalaması  $9,5 \pm 2,4$  yıl ve 13'ü erkek, 19'u kız idi. Ortalama sferik ekivalan grup 1 ve grup 2'de sırasıyla  $+5,42 \pm 1,8$  D ve  $+1,9 \pm 1,28$  D idi ( $p < 0,001$ ). Ortalama AU grup 1'de  $21,6 \pm 1$  mm, grup 2'de ise  $22,6 \pm 0,9$  mm olarak tespit edildi ( $p < 0,001$ ). AU dışındaki diğer oküler biyometrik parametreler MKK, KE, ÖKD, horizontal kornea çapı ile KH, KDF ve GİBg'den oluşan ORA ölçümleri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi (sırasıyla,  $p=0,87$ ,  $p=0,27$ ,  $p=0,22$ ,  $p=0,81$ ,  $p=0,75$ ,  $p=0,69$ ,  $p=0,13$ ).

**Sonuç:** Hipermetropik anizometropik gözlerde oküler biyometrik parametreler ve korneanın biyomekanik özellikleri sağlam gözler ile karşılaştırıldığında farklılık göstermemektedir. (*Turk J Ophthalmol 2014; 44: 23-6*)

**Anahtar Kelimeler:** Hipermetropi, anizometropik ambliyopi, Oküler Respons Analizörü, oküler biyometri, kornea biyomekanik özellikleri

### Summary

**Objectives:** To evaluate ocular biometric parameters including anterior chamber depth (ACD), corneal curvature (CC), central corneal thickness (CCT), horizontal corneal diameter, and corneal biomechanical properties using ocular response analyzer (ORA) in eyes with hypermetropic anisometropia and to compare the results with those obtained for the healthy eyes of the patients.

**Materials and Methods:** Sixty-four eyes of 32 patients followed with the diagnosis of hypermetropic anisometropia-related amblyopia were included in the study. Group 1 (n=32) consisted of eyes with hypermetropic anisometropia, and group 2 (n=32) consisted of healthy eyes of the same patients. Cycloplegic refraction, best-corrected visual acuity (BCVA), corneal topography, axial length (AL) measurement, biomicroscopy, and fundus examinations were performed. Corneal hysteresis (CH), corneal resistance factor (CRF), and Goldmann-correlated intraocular pressure (IOPg) measurements were recorded.

**Results:** Mean age of the patients was  $9.5 \pm 2.4$ ; 13 were male and 19 were female. Mean spherical equivalent was  $+5.42 \pm 1.8$  D and  $+1.9 \pm 1.28$  D in group 1 and group 2, respectively ( $p < 0.001$ ). Mean AL was  $21.6 \pm 1.1$  mm in group 1 and  $22.6 \pm 0.9$  mm in group 2 ( $p < 0.001$ ). No statistical difference was found between the groups in terms of ocular biometric parameters except AL such CCT, CC, ACD, horizontal corneal diameter and ORA measurements including CH, CRF, and GIBg (respectively,  $p=0.87$ ,  $p=0.27$ ,  $p=0.22$ ,  $p=0.81$ ,  $p=0.75$ ,  $p=0.69$ ,  $p=0.13$ ).

**Conclusion:** No difference was found between hypermetropic anisometropic and healthy eyes regarding ocular biometric parameters and corneal biomechanical properties. (*Turk J Ophthalmol 2014; 44: 23-6*)

**Key Words:** Hypermetropia, anisometropic amblyopia, ocular response analyzer, ocular biometry, corneal biomechanical properties

## Giriş

Kornea, paralel biçimde dizilmiş lamellere sarılı bir halde bulunan kollajen fibrillerden oluşan bir yapıdır. Kollajen fibriller kornea boyunca uzanır ve glikozaminoglikanlardan oluşan ekstrasellüler matrikse gömülüdür. Kornea stroması esnek olmayan, anizotropik bir yapıdır ve gerilim stresini korneanın hidrasyonuna bağlı olarak kalınlığı boyunca düzensiz şekilde dağıtır.<sup>1</sup>

Yakın zamana kadar korneanın yalnızca kalınlık ve topografik özellikleri ile sınırlı değerlendirilmesi yapılabiliyordu, oküler cevap analizörü (OCA) ile biyomekanik özelliklerinin *in vivo* ölçümü de mümkün hale gelmiştir.<sup>2,3</sup> Oküler respons analizörü dinamik iki yönlü aplanasyon yöntemiyle çalışarak, korneanın biyomekanik özellikleri olan kornea histerezi (KH) ve kornea direnç faktörü (KDF) ile kornea kalınlığını değerlendiren; aynı zamanda kornea biyomekanikinden etkilenmeden gerçek göz içi basıncı (GİBg) ölçümünü sağlayan bir cihazdır. Cihaz tarafından korneaya püskürtülen hava milisaniyeler içinde korneada içe doğru bir düzleşmeye neden olmakta; sonrasında kesilen hava akımı ile de kornea normal konveks eğriliğine geri dönmektedir. Bu içe ve dışa hareketteki aplanasyon basınç farkları KH olarak adlandırılır. KH; korneanın kalınlığı, hidrasyonu, rijiditesi ve henüz tanımlanmamış faktörlerin toplam etkisini göstermektedir. Klinik çalışmalarda KH'nin keratokonus, Fuch's distrofisi gibi korneal hastalıkların tanısında yararlı olmasının yanı sıra; refraktif cerrahi adaylarının LASİK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) sonrası ektazi geliştirme riskini belirlemede de faydalı bir parametre olduğu belirtilmektedir. Kornea direnç faktörü, korneanın ortalama genel direncini yani elastisiteyi gösterirken; KH, daha çok korneanın visköz özelliklerinin bir ifadesidir.

Ambliyopi, çocuk ve gençlerde tek taraflı görme azlığının en sık nedenidir. Gözün görsel veriyi alıp, yorumlamasındaki bir bozukluktan kaynaklanır. İki göz arasındaki kırıcılık kusuru farkı anizometri ve ambliyopiyeye neden olan önemli bir faktördür.<sup>4,5</sup> Daha önceki çalışmalarda ambliyopik gözlerdeki anormal görsel veri girişinin sonucu olarak, emetropizasyon sırasında gözdeki yapılar arasındaki dengenin bozulabileceği bildirilmiştir. Hipermetropik anizometriye bağlı ambliyopisi olan gözlerde kırıcılık kusuru, lens gücü, vitreus kamara derinliği ve toplam aksiyel uzunlukta (AU) sağlam göze oranla belirgin farklılıklar olduğu saptanmıştır.<sup>6</sup> Ayrıca AU ile ön kamara derinliği (ÖKD) arasında pozitif, lensin ön-arka çapı arasında ise negatif bir ilişki olduğu da bilinmektedir.<sup>7</sup>

Son yıllarda korneanın biyomekanik özellikleri ve kırıcılık kusuru arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar yayınlanmıştır. Bunlardan bazıları düşük KH'nin yüksek AU ile birliktelik gösterdiğini öne sürmektedir. Ancak literatürde korneanın biyomekanik özellikleri ve hipermetropik anizometri arasındaki olası ilişkiyle ilgili net bilgi mevcut değildir.

Bu çalışmada amacımız, hipermetropik anizometriye bağlı ambliyopisi bulunan gözlerde oküler biyometri ve kornea biyomekanik parametrelerini hastaların sağlam gözlerindeki değerler ile karşılaştırarak, ambliyop gözlerdeki değişiklikleri değerlendirmektir.

## Gereç ve Yöntem

Şaşılık bölümünde; hipermetropik anizometriye bağlı ambliyopi tanısı ile takip edilen, yaşları 5 ile 15 arasında değişen, 32 hastanın 64 gözü çalışmaya alındı. Ambliyopi tanımı doğrultusunda; olguların iki gözü arasında düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEGK) farkının iki sıra ve üstü olmasına dikkat edildi. Anizometri ise iki göz arasında sferik değer 1 diyoptri'den (D) fazla farklı olması olarak kabul edildi. Görme keskinliğinin doğru değerlendirilebilmesi ve yapılan tetkiklere uyum sağlanabilmesi için beş yaş ve üzeri olgular seçildi. Bilinen herhangi bir sistemik hastalığı veya media opasitesi, üveit, geçirilmiş intraoküler ve refraktif cerrahi, glokom, retina bozuklukları gibi oküler hastalıkları olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların ambliyop gözleri (n=32) grup 1, sağlam gözleri (n=32) ise grup 2'yi oluşturdu. Her hastadan bilgilendirilmiş onam alındı.

Hastaların; yaş, cinsiyet, görme keskinlikleri, lateralite, sikloplejili refraksiyon değerleri, şaşılık muayeneleri, biyomikroskopik ve fundus muayeneleri ve göz içi basınç ölçümleri yapıldı. DEGK "Snellen E eşeli" kullanılarak chart projektör (Huvitz®) ile saptandı. Orbscan korneal topografi (Orbcan II.Bausch & Lomb, Ortek Inc., Salt Lake City, UT) yardımıyla kornea eğriliği, merkezi kornea kalınlığı (MKK), horizontal kornea çapı ve ÖKD, IOL master cihazı (IOL-master, version 918471, model 1322-734; Carl Zeiss Meditec, La Jolla CA) ile de AU ölçümleri yapıldı. Ayrıca hem ambliyop hem de sağlam gözlerde korneanın biyomekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla OCA (OCA, ORA, Reichert Ophthalmic Instruments, New York, ABD) yapıldı. OCA ölçümü, özel bir oda içerisinde deneyimli bir klinisyen tarafından uygulandı. Her bir hasta için sinyal değerleri birbirine yakın üç adet ölçüm yapıldı. Güvenilir olmayan atipik sinyaller değerlendirilmeye alınmadı. Analiz için her parametrenin ortalama değerleri kullanıldı. OCA cihazı ile KH, KDF, ve GİBg değeri elde edildi.

Hastaların ambliyopik ve sağlam gözlerinden elde edilen değerler karşılaştırılarak, hipermetropik anizometriye bağlı ambliyopinin oküler biyometri parametreleri ve ORA ölçümleri üzerine etkisi retrospektif olarak değerlendirildi.

Gruplar arası ikili karşılaştırmalar için t testi kullanıldı. Aksiyel uzunluğun sferik ekivalan, DEGK, diğer oküler biyometri ölçümleri ve kornea biyomekanik faktörleri üzerine etkisinin incelenmesi için ise Pearson korelasyon analizi yapıldı. İstatistiksel analizler için SPSS 16.0 programı seçildi. p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## Bulgular

Hastaların yaş ortalaması 9,5±2,4 yıl (yaş aralığı 5-15 yıl) idi. Oruç iki hastanın 13'ü (%40,6) erkek, 19'u (%59,4) kız idi. Hastaların 19'unda (%59,4) sol gözde, 13'ünde (%40,6) sağ gözde ambliyopi mevcuttu.

Grup 1'de ortalama DEGK 0,37±0,23 iken, grup 2'de 0,97±0,08 olarak bulundu (p<0,001). Siklopleji ile elde edilen ortalama sferik ekivalan değeri grup 1 ve grup 2'de sırasıyla +5,42±1,8 D ve +1,9±1,28 D idi ve istatistiksel olarak

ambliyop gözlerde daha yüksek olduğu görüldü ( $p<0,001$ ). Ortalama AU grup 1'de  $21,6\pm 1,1$  mm, grup 2'de  $22,6\pm 0,9$  mm olarak saptandı ve istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ambliyoplarda daha düşüktü ( $p<0,001$ ).

Grup 1 ve grup 2'de sırasıyla ortalama MKK  $596\pm 33$   $\mu$ m ve  $594\pm 36$   $\mu$ m, ortalama kornea eğriliği 42,  $96\pm 1,6$  D ve  $43,45\pm 1,45$  D, ortalama ÖKD  $2,7\pm 0,2$  mm ve  $2,8\pm 0,2$  mm, ortalama horizontal kornea çapı  $11,8\pm 0,4$  mm ve  $11,9\pm 0,4$  mm olarak ölçüldü; bu değerlerin hiçbirinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla  $p=0,87$ ,  $p=0,27$ ,  $p=0,22$ ,  $p=0,81$ ).

OCA ile elde edilen ölçümler için grup 1 ve grup 2'de sırasıyla ortalama KH  $12,81\pm 1,8$  mmHg ve  $12,64\pm 2,3$  mmHg, ortalama KDF  $12,19\pm 1,6$  mmHg ve  $12,39\pm 2,3$  mmHg, ortalama GİBg  $12,7\pm 3,1$  mmHg ve  $13,8\pm 3,1$  mmHg idi. Bu değerlerin hiçbirinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla  $p=0,75$ ,  $p=0,69$ ,  $p=0,13$ ). Aksiyel uzunluk ile sferik ekivalan, DEGK, kornea eğriliği, MKK, ÖKD ve horizontal kornea çapı arasındaki ilişki incelendiğinde grup 1'de AU'nun sferik ekivalan ve kornea eğriliği ile negatif korelasyon; ÖKD ve horizontal kornea çapı ile pozitif korelasyon gösterdiği saptandı (sırasıyla  $p<0,001$ ,  $r=-0,7$ ;  $p=0,03$ ,  $r=-0,42$ ;  $p=0,004$ ,  $r=0,53$ ;  $p=0,02$ ,  $r=0,45$ ). Grup 2'de ise AU ile sferik ekivalan ve kornea eğriliği arasında negatif korelasyon bulundu (sırasıyla  $p=0,01$ ,  $r=-0,45$ ;  $p<0,001$ ,  $r=-0,71$ ). Kornea biyomekanik faktörleri (KH, KDF, GİBg) ile AU ve oküler biyometri ölçümleri (MKK, kornea eğriliği, ÖKD, horizontal kornea çapı) arasında ise her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktu. (hepsi için  $p>0,05$ ).

Yaşın oküler biyometri ölçümleri ve kornea biyomekanik faktörleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla grup 1 ve grup 2'deki hastalar 5-10 yaş ve 11-15 yaş olmak üzere ikiye ayrıldı. İki farklı yaş grubu arasında oküler biyometri ölçümleri ve kornea biyomekanik faktörleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (hepsi için  $p>0,05$ ). Grup 1 ve grup 2'de hastalar cinsiyete göre gruplandırıldığında kız ve erkekler arasında oküler biyometri ölçümleri ve kornea biyomekanik faktörleri açısından anlamlı bir fark saptanmadı (hepsi için  $p>0,05$ ).

## Tartışma

Bu çalışmada yaşları 5 ile 15 arasında değişen çocuklardan oluşan hastaların hipermetropik anizometriye bağlı ambliyopisi bulunan gözleri ile sağlam gözleri karşılaştırılarak, hipermetropik anizometriye bağlı ambliyopinin oküler biyometri ölçümleri ve ORA ile elde edilen kornea biyomekanik faktörleri üzerine etkisi değerlendirildi.

Touzeau ve ark.<sup>8</sup> sağlam gözlerde AU'nun oküler biyometri ve kırıcılıkta en önemli rolü oynadığını göstermiştir. Cass ve Tromans,<sup>6</sup> anizometropik ambliyopisi olan 27 olguyu değerlendirdikleri çalışmalarında, hipermetropisi yüksek olan gözlerin orantılı bir şekilde diğer gözlerle göre daha küçük olduğunu bildirmiştir. Loudot ve ark.<sup>7</sup> 3-16 yaş arası 238 hipermetrop çocuk üzerinde yaptıkları çalışmalarında, sferik

değer, ÖKD ve MKK gibi oküler biyometri ölçümlerinin farklı AU değerlerinde anlamlı değişiklikler gösterdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu bulgularla uyumlu olarak ambliyoplarda kısa AU'ya sahip gözlerde ÖKD değerlerinin daha düşük olduğunu gördük. Kutschke ve ark.<sup>9</sup> miyop, hipermetrop ve astigmatlarda anizotropinin derecesi ile ambliyopi arasında bir ilişki bulamazken; Zaka-ur-Rab,<sup>10</sup> hem miyop hem hipermetropalarda anizotropi miktarı arttıkça ambliyopinin de arttığını bildirmiştir. Bu çalışmada ise AU ile görme keskinliği arasında bir ilişki saptanmamasına karşın, hem ambliyop hem de sağlam gözlerde AU azaldıkça sferik değerlerin arttığı bulundu.

Literatürde KH, KDF ve GİBg değerlerinin yaş ve cinsiyetle değişiklik göstermediği belirtilmiştir. Kirwan ve ark.<sup>11</sup> 4-18 yaş arasındaki hastalarda KH ve yaş arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını bildirmişlerdir. Cinsiyet faktörünün değerlendirildiği tek kaynak olan Shah ve ark.<sup>12</sup> yetişkin hastalarda yaptıkları çalışmada, KH'nin cinsiyet ile değişiklik göstermediği saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak 5-15 yaş arasındaki bireylerde yaş ve cinsiyet ile KH değerlerinin korelasyon göstermediği bulundu.

Lim ve ark.<sup>4</sup> MKK ile KH ve KDF arasında belirgin bir ilişki olduğunu, MKK arttıkça KH ve KDF'nin de arttığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise MKK ile KH, KDF ve GİBg arasında herhangi bir korelasyon saptanmadı.

Bazı yazarlar miyopideki yüksek AU değerlerinin kornea eğriliğinde düzleşme gibi yapısal değişikliklere neden olduğu için biyometrik özelliklerin de değişebileceğini savunmuşlardır. Ancak miyoplarda yapılan çalışmalarda KH ve KDF ile ilgili çelişkili bilgiler yer almaktadır. Radhakrishnan ve ark.<sup>13</sup> orta ve yüksek dereceli miyoplarda KDF'nin miyop olmayanlara oranla daha yüksek olduğunu, KH'nin ise kırıcılık kusuru ile değişiklik göstermediğini saptamışlardır. Plakitsi ve ark.<sup>14</sup> ise yüksek miyoplarda KH'nin orta deceli miyop ya da emetroplara oranla daha düşük olduğunu ve KDF'nin kırıcılık ile ilişkili olmadığını bildirmişlerdir. Huang ve ark.<sup>5</sup> çalışmasında, yüksek AU'nun kollajen fibrillerin dizilim ve bileşiminde yeniden biçimlenmeye neden olarak KH değerlerinde düşmeye yol açabileceği öne sürülmüştür. Bizim çalışmamızda hipermetropik anizotrop gözlerde AU azaldıkça horizontal kornea çapının da azaldığı saptandı. Ayrıca hem ambliyop hem de sağlam gözlerde AU değerindeki azalma ile kornea eğriliğinde artış olması, gözün arka segmentindeki biyometrik farklılıkların ön segmentte de değişikliklere yol açabileceğini göstermektedir. Buna karşın, kornea biyomekanik özelliklerini yansıtan KH, KDF ve GİBg değerlerinde sağlam gözlerle karşılaştırıldığında bir farklılık bulunmadığı gözlenmektedir.

Çalışmamızın eksiklikleri az sayıda hasta içermesi ve normal bireylerin sağlam gözlerinin çalışmada yer almamasıdır. Daha çok hasta sayısı ile yapılacak normal ve miyop gözlerin de yer aldığı karşılaştırmalı çalışmalarla gözün biyometrik özellikleri, kornea biyomekaniği ve kırıcılık arasındaki ilişki daha iyi değerlendirilebilir.

Sonuç olarak; anizometropik hipermetropiye bağlı ambliyopisi olan gözlerde görme ve AU, hastaların sağlam

gözlerine oranla daha düşük, kırıcılık kusuru ise daha yüksek bulundu. merkezi kornea kalınlığı, kornea eğriliği, ÖKD ve horizontal kornea çapı ile kornea biyomekanik faktörleri olan KH, KDF ve GİBg değerlerinin hiçbirinde anizometropik hipermetropik gözler ile sağlam gözler arasında anlamlı bir fark görülmedi. Anizometropik hipermetropik gözlerde AU ile ÖKD ve horizontal kornea çapı arasında pozitif, sferik ekivalan ve kornea eğriliği arasında ise negatif bir korelasyon saptandı. Sağlam gözlerde ise AU ile sferik ekivalan ve kornea eğriliği arasında negatif korelasyon bulundu.

### Kaynaklar

1. Chalam KV, Ambati BK, Beaver HA, et al. Part VIII. Chapter 1. External Disease and Cornea. In: Skuta GL, Cantor LB, Weiss JS, eds. American Academy of Ophthalmology. San Francisco, CA, American Academy of Ophthalmology. 2010:3-9.
2. Gloster J. Tonometry and tomography. *Int Ophthalmol Clin.* 1965;5:911-1133.
3. Liu J, Roberts CJ. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:146-55.
4. Lim L, Gazzard G, Chan YH et al. Cornea biomechanical characteristics and their correlates with refractive error in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49:3852-7.
5. Huang Y, Huang C, Li L, et al. Corneal biomechanics, refractive error, and axial length in Chinese primary school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52:4923-8.
6. Cass K, Tromans C. A biometric investigation of ocular components in amblyopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2008;28:429-40.
7. Loudot C, Zanin E, Fogliarini C, Boulze M, Souchon L, Denis D. [Ocular biometry in children with hypermetropia: utility of the Lenstar LS 900 optical biometer (Haag-Streit®)]. *J Fr Ophtalmol.* 2011;34:369-75.
8. Touzeau O, Allouch C, Borderie V, Kopito R, Laroche L. [Correlation between refraction and ocular biometry.] *J Fr Ophtalmol.* 2003;26:355-63.
9. Kutschke PJ, Scott WE, Keech RV. Anisometropic amblyopia *Ophthalmology.* 1991;98:258-63.
10. Zaka-Ur-Rab S. Evaluation of relationship of ocular parameters and depth of anisometropic amblyopia with the degree of anisometropia. *Indian J Ophthalmol.* 2006;54:99-103.
11. Kirwan C, O'Keefe M, Lanigan B. Corneal hysteresis and intraocular pressure measurement in children using the reichert ocular response analyzer. *Am J Ophthalmol.* 2006;142:990-2.
12. Shah S, Laiquzzaman M, Bhojwani R, Mantry S, Cunliffe I Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the ocular response analyzer in normal and keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48:3026-31.
13. Radhakrishnan H, Miranda MA, O'Donnell C. Corneal biomechanical properties and their correlates with refractive error. *Clin Exp Optom.* 2012;95:12-8.
14. Plakitsi A, O'Donnell C, Miranda MA, Charman WN, Radhakrishnan H. Corneal biomechanical properties measured with the Ocular Response Analyser in a myopic population. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2011;31:404-12.