

Miyopik Gözlerde Kornea Kalınlığının Dual Scheimpflug Kamera ile Değerlendirilmesi Evaluation of Corneal Thickness in Myopic Eyes with Dual Scheimpflug Camera

¹Selim Demir, ²Hüseyin Ortak, ³Osman Sayın, ⁴Ufuk Taş, ⁵Barış Sönmez

Özet

¹Turhal Devlet Hastanesi,
Göz Hastalıkları Bölümü
Turhal /Tokat

²Gaziosmanpaşa
Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları Anabilim
Dalı, Tokat.

³Ondokuz Mayıs
Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları Anabilim
Dalı, Samsun.

⁴Gaziosmanpaşa
Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Anatomi Anabilim Dalı,
Tokat.

⁵Memorial Hastanesi, Göz
Hastalıkları Bölümü,
İstanbul.

Sorumlu Yazar:
Dr. Selim Demir
Turhal Devlet Hastanesi,
Göz Hastalıkları Bölümü
Turhal /Tokat/ Türkiye.

Tel: +90 (0356) 4441060

Fax: +90 (0356) 2521625

E-mail:
dr.selimdemir@yahoo.com

Amaç: Miyopik gözlerde kornea kalınlığının santralden perifere doğru değişiminin Galilei dual scheimpflug kamera ile değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Miyopik refraksiyon kusuru olan 143 hastanın gözünde korneal kalınlık ölçümleri yapıldı. Cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanan en ince kornea kalınlığı (EKK), santral kornea kalınlığı (SKK), parasantral kornea kalınlığı (PaKK) ve periferel kornea kalınlığı (PeKK) değerleri alındı.

Bulgular: Kornea kalınlığı PeKK, PaKK, SKK ve EKK sırası ile $672.38 \pm 37.0 \mu$, $599.15 \pm 36.2 \mu$, $557.87 \pm 34.1 \mu$ ve $547.17 \pm 33.8 \mu$ idi. EKK değeri ile SKK, PaKK ve PeKK arasındaki korelasyon oranı sırası ile 0,996, 0,952 ve 0,894 idi ($p < 0,001$, tüm değerler için). Refraksiyon derecesi ile EKK arasındaki korelasyon oranı ise 0.090 idi ($p > 0.05$).

Sonuç: Miyopik gözlerde en ince ve santral kornea kalınlığı periferel kornea kalınlığı için iyi bir belirteçtir. Kornea kalınlık farkı miyopik gözlerde PeKK ile EKK arasında yaklaşık olarak 125μ 'dur.

Anahtar kelimeler: Kornea, korelasyon, miyop, Kalınlık, Abstract

Purpose: To evaluate corneal thickness changes from central to periphery of cornea by Galilei dual scheimpflug analyzer (GSA).

Material and Methods: In this retrospective study, corneal thickness of 143 patients were measured. Automatically calculated parameters by the instrument were used for the study. Corneal thickness was evaluated according to thinnest corneal thickness (TCT), central corneal thickness (CCT), paracentral corneal thickness (PaCT), and peripheral corneal thickness (PeCT).

Results: The mean TCT, CCT, PaCT, and PeCT obtained by GSA were $547.17 \pm 33.8 \mu$, $557.87 \pm 34.1 \mu$, $599.15 \pm 36.2 \mu$, and $672.38 \pm 37.0 \mu$, respectively. The correlation between TCT and CCT, PaCT, and PeCT were 0.996, 0.952, and 0.894, respectively ($p < 0.001$, for all values). The correlation between refraction and TCT was 0.090 ($p > 0.05$).

Conclusions: The results suggest that central and thinnest corneal thickness can serve as a good guide for predicting peripheral corneal thickness in myopic corneas. The difference between TCT and PeCT is approximately 125μ .

Keywords: Cornea, correlation, myopia, thickness.

Giriş

Kornea kalınlığı göz içi basınç ölçümü (1), refraktif kornea cerrahisi (2) ve bazı korneal hastalıkların takibinde (3-5) (Örneğin: keratokonus ve fuchs distrofisi) önemli bir faktördür. Kornea kalınlığı sağlıklı gözlerde periferde kalın iken santrale doğru gidildikçe azalmaktadır. Sağlıklı gözlerde santral kornea kalınlığı, periferal kornea kalınlığı ile yüksek oranda korelasyon gösterdiğinden periferal korneaya uygulanabilecek limbal gevşetme insizyonları gibi cerrahi işlemlerde santral kornea kalınlığı bir belirteç olarak kullanılabilir (6). Perifer ile santral kornea kalınlığı arasındaki fark keratokonus hastalarında normal gözlere göre daha fazla olduğundan kornea kalınlığının normal değişiminin bilinmesi, miyopi oluşturan kerkonkus gibi bazı ektatik kornea hastalıkları ile ayırıcı tanıda fayda sağlayabilir (7,8).

Ultrasonik pakimetri (UP), kornea kalınlık ölçümünde standart olarak kullanılan bir yöntem olup oldukça güvenilirdir. Son zamanlarda kullanıma girmiş olan Scheimflug görüntüleme cihazları UP ile korelasyonu oldukça iyi olan alternatif bir yöntemdir (9-11). Bu yöntemin tekrarlanabilirlik oranı oldukça yüksektir (11). Korneaya temas ve topikal anestezi gerektirmemesi ile kornea epitel hasarını ve enfeksiyon riskini azaltması UP ile kıyaslandığında daha avantajlı görünmektedir (10). Ayrıca, korneanın tüm lokalizasyonlarında kalınlık değerlerini tek bir ölçümde yapıyor olması Scheimflug yöntemin önemli bir artısıdır (10).

Bu çalışmada miyopik refraksiyon kusuru olan hastalarda kornea kalınlığının santralden perifere değişimini inceledik.

Gereç ve Yöntem

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Hastalıkları Birimi'nde refraktif cerrahi için başvuran hastaların kayıtları geriye dönük olarak değerlendirildi. Çalışmaya miyopik refraksiyon kusuru olan (≥ -1.00 ile < -6.00 derece) ve astigmat değeri < 1.00 olan olgular alındı. Kornea skarı olan, oftalmik veya sistemik hastalığı bulunan, herhangi bir oküler cerrahi geçiren, son 12 ay içinde kontakt lens kullanan veya son 3 ay içinde topikal ilaç kullanan olgular çalışma kapsamına alınmadı. Kornea kalınlık ölçümleri tek bir teknisyen tarafından yapıldı. Ön segment ölçümleri Galilei dual Scheimpflug kamera (Ziemer Oftalmik Systems AG, Port, İsviçre) ile alındı. Ölçümler birey yüksekliği ayarlanan sandalyede oturur iken, alnı ve çenesi sabit bir pozisyonda gözü hedefe bakarken alındı. Teknisyen tarafından cihaz ekranında beliren eş zamanlı ön segment görüntüsünde oluşan 4 beyaz nokta görsel aksa göre hizalandı. Cihaz dikey, yatay ve ön-arka aksta uygun olarak el ile ayarlandı. Cihaz yazılımı tarafından güvenlik değerleri uygun olarak tanımlanan ölçümler çalışmaya alındı. Ölçüm tamamlandıktan sonra otomatik olarak hesaplanan ön segment parametre verilerinden kornea kalınlık değerleri alındı. Değerlendirmeye alınan kornea kalınlık parametreleri aşağıda belirtilmiştir;

EKK (En ince kornea kalınlığı): Korneanın tüm lokalizasyonlarında tespit edilen en ince kornea kalınlık değerini ifade eder.

SKK (Santral kornea kalınlığı): Santral 4 mm alanda ortalama kornea kalınlık değerini ifade eder.

PaKK (Parasantral kornea kalınlığı): Santral kornea alanını çevreleyen, kalınlığı 3 mm olan, simit şeklinde halkadan oluşan alanın ortalama kalınlık değerini ifade eder.

PeKK (Periferal korneal kalınlık): PaKK dışında kalan periferal korneanın ortalama kornea kalınlık değerini ifade eder.

İstatistiksel analiz

Araştırmadan elde edilen veriler kodlandıktan sonra SPSS 15.0 paket programında bilgisayara aktarıldı ve analiz edildi. İstatistiksel analizlerde tüm ölçümsel değişkenler için normalite testleri yapıldı. Veriler değerlendirilirken normal dağılıma uyan sürekli değişkenler ortalama \pm standart ile ifade edildi. Ölçümsel değişkenlerden normal dağılıma sahip olanlar “t testi” kullanılarak gruplar arası ölçümler karşılaştırıldı. Kornea kalınlığının tüm incelenen lokalizasyonlarda normal dağılıma uyduğu görüldü ve bu parametreler arasındaki korelasyon

“pearson korelasyon testi” kullanılarak değerlendirildi.

Sonuçlar

Çalışmaya 143 bireyin (68 kız, 75 erkek; ortalama yaş: 25.24 ± 6.11 yıl) 143 gözü dahil edildi. Ölçülen ortalama refraksiyon değeri -3.45 ± 2.57 iken astigmat değeri de -0.65 ± 0.32 idi. Kornea kalınlığı PeKK, PaKK, SKK ve EKK değerleri sırası ile $670.87 \pm 37.6 \mu$, $598.04 \pm 36.2 \mu$, $556.53 \pm 34.1 \mu$ ve $545.84 \pm 33.8 \mu$ olarak tespit edildi. Kornea kalınlığı detaylı sunumu tablo 1’de yapılmıştır.

En ince kornea kalınlığı değeri ile SKK, PaKK ve PeKK değerleri arasındaki korelasyon oranı sırası ile 0.996, 0.952 ve 0.894 idi ($p < 0,001$, tüm değerler için). EKK ile refraksiyon derecesi arasındaki korelasyon oranı ise 0.090 idi. Farklı lokalizasyonlardaki kornea kalınlıkları arasındaki korelasyon tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 1: Kornea kalınlığının farklı lokalizasyonlarda ortalama değerlerinin sunumu.

Tablo 1	EKK	SKK	PaKK	PeKK
Ortalama (μ)	545.84	556.53	598.04	670.87
Standart sapma	33.83	34.12	36.18	37.64
En az-en fazla değer (μ)	463-617	473-630	517-673	589-744

EKK; En ince kornea kalınlığı, SKK; Santral kornea kalınlığı, PaKK; Parasantral kornea kalınlığı, PeKK; Periferal kornea kalınlığı.

Tablo 2: Farklı kornea lokalizasyonları arasındaki korelasyon değerlerinin sunumu.

Tablo 2		EKK	SKK	PaKK	PeKK	Refraksiyon derecesi
EKK	r	1	0.996	0.952	0.894	0.090
	p		<0.001	<0.001	<0.001	0.285
SKK	r	0.996	1	0.959	0.908	0.085
	p	<0.001		<0.001	<0.001	0.311
PaKK	r	0.952	0.959	1	0.932	0.107
	p	<0.001	<0.001		<0.001	0.202
PeKK	r	0.894	0.908	0.932	1	0.064
	p	<0.001	<0.001	<0.001		0.448
Refraksiyon derecesi	r	0.090	0.085	0.107	0.064	1
	p	0.285	0.311	0.202	0.448	

EKK; En ince kornea kalınlığı, SKK; Santral kornea kalınlığı, PaKK; Parasentral kornea kalınlığı, PeKK; Periferik kornea kalınlığı. “p” değeri istatistiksel farkı, “r” değeri ise pearlson korelasyon değerini ifade eder.

Tartışma

Kornea kalınlığı cerrahi gerektiren (12,13) ve gerektirmeyen (14,15) birçok durumda göz hekimleri tarafından önem arz eden bir parametredir. Santral kornea kalınlığının 400 µ değerinin altında olması keratokonus hastalarında kroslink tedavisi yan etki riskini arttırmakta ve kornea içi halka uygulaması başarı oranını azaltmaktadır (12). Refraktif kornea cerrahisinde ise santral kornea kalınlığı tek başına bir kriter olmasa da excimer lazer için başarıyı etkileyen ve etkizi gelişim riski taşıyan bir faktördür (13). Yine iyi bilinmektedir ki SKK aplanasyon tonometresi ile ölçülen göz içi basınç değerini etkilemektedir. Santral kornea kalınlığındaki her 100 µ artış yaklaşık 3.8

mmHg göz içi basınç artışına neden olduğundan göz içi basıncı kornea kalınlığına göre düzeltilerek değerlendirilmektedir (1,16).

Son zamanlarda klinik kullanıma giren dual Scheimpflug görüntüleme yöntemi, kornea kalınlığı ölçümünde ultrasonik pakimetriye alternatif bir seçenektir (17,18) Yapılan çalışmalarda UP ile çok iyi korelasyon gösterdiği tespit edilen bu yöntemin temas içermemesi ve tüm ön segment parametrelerini kısa bir süre içinde değerlendirebiliyor olması önemli bir avantajdır (10). Genel olarak Scheimpflug yöntemi SKK ölçümünde UP'den daha yüksek ortalama değerler verebilmekte iken (9,19-22), bu iki yöntem arasında belirgin fark olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (10,23) Sedaghat

ve arkadaşları (19) çalışmasında SKK değerinin scheimpflug görüntüleme yöntemi ile UP yönteminden ortalama olarak 6.92 μ daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Doughty ve Zaman (24) tarafından 230 çalışmanın değerlendirildiği bir araştırmada 14000 üzerinde bireyin ortalama SKK değerinin 536 μ olduğu tespit edilmiştir. Santral kornea kalınlığı ırksal farklılıklar gösterebilmektedir. Geniş olgu serileri ile yapılan çalışmalarda SKK değeri, UP yöntemiyle Amerika'da (25) 546.9 μ , Hollanda'da (26) 537.4 μ , Avustralya'da (27) 539.5 μ ve Singapur'da da (28) 541.2 μ olarak rapor edilmiştir. Çin'de (29) 3100 olgu üzerinde optik koherens tomografi ile yapılan bir çalışmada ise SKK değeri 556.2 μ olarak tespit edilmiştir. Yeter ve arkadaşları (10) ülkemizde miyopik hastalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada 161 olguda SKK değerini dual Scheimpflug yöntemi ile 559.9 μ UP yöntemi ile ise 560.4 μ olarak saptamışlardır. Bu verilere bakıldığında çalışmamızda elde edilen 556.5 μ SKK değeri ülkemizde (10) ve Çin'de (29) yapılan çalışmalarda elde edilen ortalama SKK değerlerine daha yakındır.

Kornea kalınlığının santralde ince, periferde ise kalın olduğu bilinen bir durumdur. Sun ve arkadaşlarının (30) UP ile yaptıkları çalışmalarında SKK 543.5 μ ve periferal kornea kalınlığı ise 743 μ olarak tespit edilmiştir. Fares ve arkadaşları (6) normal gözlerde Pentacam ile SKK ortalama değerini 550 μ , santralden 7 mm uzaklıktaki kornea kalınlığını ise 639-676 μ olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarında ortalama periferal kornea kalınlığı temporalde ince iken sırası ile alt, üst ve nazalde giderek arttığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda ise

PeKK değeri 670.8 μ idi. Çalışmamızdan elde edilen bu veri Fares ve arkadaşlarının (6) çalışmasından elde edilen verilere, her ne kadar farklı cihazlarla olsa da benzer değerler taşımaktadır. Bir başka çalışmada ise Zheng ve arkadaşları (31) Pentacam kullanmış olup 8-16 yaş grubu çocuklar ve 30 yaş üzeri erişkinlerde santral ve 3 mm periferal kornea kalınlıklarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada ortalama kornea kalınlığının erişkinlerde çocuklardan istatistiksel olarak farklı olmadığı bildirilmiştir. Yine bu çalışmada santralden 3 mm uzakta kornea kalınlığı 614-644 μ olarak tespit edilirken en kalın kısmın üst korneada olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda Galilei ile santralden 4 mm uzaklıkta ölçülen PaKK değeri 598 μ idi. Bu veri Zheng ve arkadaşlarının (31) çalışmalarının verilerinden daha düşük ortalama değer taşımaktadır. Çalışmamızda cihaz tarafından otomatik olarak alınan periferal kornea kalınlık verileri kullanıldığı için periferal korneanın en kalın lokalizasyonu değerlendirilmemiştir.

Çalışmamızda miyop bireylerde korneanın tüm lokalizasyonlarında kornea kalınlığı değerlendirilmiştir. Kornea kalınlığı periferde ortalama 670 μ iken santralde 556 μ ve en ince kornea lokalizasyonunda 545 μ olarak tespit edilmiştir. Bu verilerden korneanın en ince lokalizasyonunun santral korneadan yaklaşık 10 μ periferden ise 125 μ daha ince olduğu anlaşılmaktadır. Kornea kalınlığının tüm lokalizasyonlarda yüksek korelasyon göstermesi, miyop olgularda ölçülen kornea değerinin diğer lokalizasyonlar için iyi bir belirteç olabileceğini göstermektedir. Çalışmamız miyopik kornealarda santral kornea kalınlığının periferal kornea kalınlığı ile korelasyonunu oldukça iyi olduğunu

gösteren Fares ve arkadaşlarının (6) çalışmasını desteklemektedir.

Normal kornea anatomisinin bilinmesi patolojik durumların tespitinde daha fazla faydalar sunabilir. Keratokonus hastalarında santral korneal kalınlığın azaldığı bilinmektedir. Bu hastalarda perifer kornea kalınlığı da normal hastalardan daha incedir (7,32). Keratokonus hastalarında kornea kalınlığını değerlendiren Brautaset ve arkadaşlarının (7) çalışmalarında görülmektedir ki normal kornealar ile karşılaştırdıklarında keratokonus hastalarında perifer ile santral kornea kalınlığı arasındaki fark daha fazladır. Çalışmalarında ortalama kornea kalınlığı keratokonus ve normal olgularda sırası ile periferde 607 μ ve 647 μ iken santralde 471 μ ve 537 μ olarak tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada ortalama perifer ile santral kornea kalınlığı arası fark sırası ile keratokonus ve normal hastalarda 136 μ ve 110 μ idi. Bizim çalışmamızda ise bu fark benzer olarak 115 μ 'dur. Bu durum normal ve keratokonik kornea ayırımında perifer ve santral kornea kalınlık farkının bir belirteç olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak kornea kalınlığı miyopik gözlerde kornea kalınlığı santralden perifere doğru kademeli olarak bir artış göstermektedir. Perifer ve santral kornea kalınlığı arasında yüksek oranda korelasyon olması ölçülen santral kornea kalınlığının perifer kornea kalınlığı için iyi bir belirteç olabileceğini düşündürmektedir. Normal kornea anatomik özelliklerinin bilinmesi, keratokonus gibi patolojik durumların ayırıcı tanısında fayda sağlayabilir.

Kaynaklar

1. Tonnu PA, Ho T, Newson T. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol.* 2005;89:851-4.
2. Linke SJ, Steinberg J, Eddy MT, Richard G, Katz T. Relationship between minimum corneal thickness and refractive state, keratometry, age, sex, and left or right eye in refractive surgery candidates. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:2175-80.
3. Khachikian SS, Belin MW, Ciolino JB. Intrasubject corneal thickness asymmetry. *J Refract Surg.* 2008;24:606-9.
4. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol.* 1984;28:293-322.
5. Ehlers N, Bramsen T. Central thickness in corneal disorders. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1978;56:412-6.
6. Fares U, Otri AM, Al-Aqaba MA, Dua HS. Correlation of central and peripheral corneal thickness in healthy corneas. *Cont Lens Anterior Eye.* 2012;35:39-45.
7. Brautaset RL, Nilsson M, Miller WL, Leach NE, Tukler JH, Bergmanson JP. Central and Peripheral Corneal Thinning in Keratoconus. *Cornea.* 2012.
8. Gromacki SJ, Barr JT. Central and peripheral corneal thickness in keratoconus and normal patient groups. *Optom Vis Sci.* 1994;71:437-41.
9. Karimian F, Feizi S, Faramarzi A, Doozandeh A, Yaseri M. Evaluation of

- corneal pachymetry measurements by Galilei dual Scheimpflug camera. *Eur J Ophthalmol.* 2012;22:33-9.
10. Yeter V, Sonmez B, Beden U. Comparison of central corneal thickness measurements by Galilei Dual-Scheimpflug analyzer (R) and ultrasound pachymeter in myopic eyes. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2012;43:128-34.
 11. Aramberri J, Araiz L, Garcia A. Dual versus single Scheimpflug camera for anterior segment analysis: Precision and agreement. *J Cataract Refract Surg.* 2012.
 12. El Awady H, Shawky M, Ghanem AA. Evaluation of collagen crosslinking in keratoconus eyes with Kera intracorneal ring implantation. *Eur J Ophthalmol.* 2012;22:62-8.
 13. Javadi MA, Mohammadpour M, Rabei HM. Keratectasia after LASIK but not after PRK in one patient. *J Refract Surg.* 2006;22:817-20.
 14. Kanellopoulos AJ, Aslanides IM, Asimellis G. Correlation between epithelial thickness in normal corneas, untreated ectatic corneas, and ectatic corneas previously treated with CXL; is overall epithelial thickness a very early ectasia prognostic factor? *Clin Ophthalmol.* 2012;6:789-800.
 15. Wollensak G. Crosslinking treatment of progressive keratoconus: new hope. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17:356-60.
 16. Yu AY, Duan SF, Zhao YE. Correlation between corneal biomechanical properties, applanation tonometry and direct intracameral tonometry. *Br J Ophthalmol.* 2012;96:640-4.
 17. Fujioka M, Nakamura M, Tatsumi Y, Kusuhara A, Maeda H, Negi A. Comparison of Pentacam Scheimpflug camera with ultrasound pachymetry and noncontact specular microscopy in measuring central corneal thickness. *Curr Eye Res.* 2007;32:89-94.
 18. Amano S, Honda N, Amano Y, et al. Comparison of central corneal thickness measurements by rotating Scheimpflug camera, ultrasonic pachymetry, and scanning-slit corneal topography. *Ophthalmology.* 2006;113:937-41.
 19. 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;150:780-9.
 20. Jahadi Hosseini HR, Katbab A, Khalili MR, Abtahi MB. Comparison of corneal thickness measurements using Galilei, HR Pentacam, and ultrasound. *Cornea.* 2010;29:1091-5.
 21. 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.* 2010.
 22. Prospero Ponce CM, Rocha KM, Smith SD, Krueger RR. Central and peripheral corneal thickness measured with optical coherence tomography, Scheimpflug imaging, and ultrasound pachymetry in normal, keratoconus-suspect, and post-laser in situ keratomileusis eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35:1055-62.
 23. Ladi JS, Shah NA. Comparison of central corneal thickness measurements with the Galilei dual Scheimpflug

- analyzer and ultrasound pachymetry. *Indian J Ophthalmol.* 2010;58:385-8.
24. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol.* 2000;44:367-408.
25. Hahn S, Azen S, Ying-Lai M, Varma R. Central corneal thickness in Latinos. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44:1508-12.
26. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, Grobbee DE, Hofman A, de Jong PT. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol.* 1997;123:767-72.
27. Landers J, Henderson T, Craig J. Distribution and associations of intraocular pressure in indigenous Australians within central Australia: the Central Australian Ocular Health Study. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2011;39:607-13.
28. Su DH, Wong TY, Wong WL. Diabetes, hyperglycemia, and central corneal thickness: the Singapore Malay Eye Study. *Ophthalmology.* 2008;115:964-8.
29. Zhang H, Xu L, Chen C, Jonas JB. Central corneal thickness in adult Chinese. Association with ocular and general parameters. The Beijing Eye Study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008;246:587-92.
30. Sun FY. [Ultrasonic pachymetry of the cornea]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 1991;27:51-2.
31. Zheng Y, Huang G, Huang W, He M. Distribution of central and peripheral corneal thickness in Chinese children and adults: the Guangzhou twin eye study. *Cornea.* 2008;27:776-81.
32. Lotfi Sedigh A, Shenasi A. Central and peripheral corneal thicknesses in cases with and without keratoconus. *Pak J Biol Sci.* 2011;14:138-41.