

# Korneal Arkuslu Olgularda Santral Kornea Kalınlığı ve Göz İçi Basıncı

## Central Corneal Thickness and Intraocular Pressure in Patients with Corneal Arcus

Selahaddin DEMİRDÜZEN<sup>1</sup>, Nedime ŞAHİNOĞLU KESKEK<sup>2</sup>, Mustafa KIZILOĞLU<sup>2</sup>, Osman Onur BAŞ<sup>1</sup>, Ahmet ERGİN<sup>3</sup>, Pınar ERGİN<sup>2</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Korneal arkus ile oküler ve sistemik parametreler arasındaki ilişkiyi tanımlamak.

**Gereç ve Yöntem:** Bu kesitsel çalışmaya, göz hastalıkları kliniğine çeşitli nedenlerle başvuran 40 ile 80 yaş arası 60 olgu alındı. Otuz korneal arkusu olan ve 30 korneal arkusu olmayan hastanın oküler ve sistemik muayeneleri yapıldı. Oküler muayenede, hastaların sağ gözlerinin santral kornea kalınlığı (SKK), göz içi basıncı (GİB), kornea eğrilik yarıçapı (KEY), ön kamara derinliği (ÖKD), lens kalınlığı (LK) ve aksiyel uzunlukları (AU) ölçüldü. Sistemik parametre olarak lipid profili, HbA1c, açlık kan şekeri ve beden kitle indeksi araştırıldı. Korneal arkus, yarık lamba biomikroskopik muayenesinde limbustan Vogt kuşağı denilen şeffaf bir alanla ayrılan kornea periferindeki sarı veya gri-beyaz renkteki opasite olarak tanımlandı.

**Bulgular:** Otuz korneal arkusu olan ve 30 korneal arkusu olmayan olgunun sağ gözleri incelendi. Yaş, cinsiyet ve diğer faktörler standardize edildiğinde, korneal arkusu olan hastaların GİB'leri daha yüksek ( $15.9 \pm 2.3$  ve  $14.4 \pm 2.5$  mmHg,  $p:0.018$ ), SKK'ları daha ince ( $528.5$  ve  $544.5$   $\mu\text{m}$ ,  $p:0.003$ ) ve LK'ları daha kalın bulundu ( $4.7$  ve  $4.3$  mm,  $p<0.001$ ). Sistemik faktörlerden LDL seviyesi, arkusu olan grupta daha yüksek bulundu (ortalama sırasıyla;  $135.3$ ,  $117.2$ ,  $p:0.048$ ).

**Sonuç:** Korneal arkus yüksek GİB, düşük SKK, yüksek LK ve yüksek LDL seviyeleri ile ilişkiydi. Korneal arkus hastalarının glokoma daha yatkın bireyler olabileceği düşünüldü. Glokom ile korneal arkus arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için daha geniş vaka serilerine ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Santral kornea kalınlığı, göz içi basıncı, kornea eğrilik yarıçapı, lens kalınlığı.

### ABSTARCT

**Purpose:** To investigate the relationship between ocular and systemic parameters of patients with corneal arcus.

**Materials and Methods:** Sixty cases aged between 40-80 years, who were admitted to ophthalmology clinic with several causes, enrolled to this cross-sectional study. Ocular and systemic examinations were performed for 30 patients with corneal arcus and 30 patients without corneal arcus. In ocular examination central corneal thickness (CCT), intraocular pressure (IOP), base curve (BC), anterior chamber depth (ACD), lens thickness (LT) and axial length (AL) were measured. As systemic parameters; the lipid profile, HbA1c, fasting blood glucose and body mass index were evaluated. Corneal arcus was defined as gray-white or yellow opacity seperated from limbus by a clear zone called lucid interval of Vogt using a slit lamp biomicroscope.

**Results:** When age, sex and the other factors were standardized, the patients with corneal arcus have higher intraocular pressure ( $15.9 \pm 2.3$  and  $14.4 \pm 2.5$  mmHg,  $p:0.018$ ), thinner central corneal thickness ( $528.5$  and  $544.5$   $\mu\text{m}$ ,  $p:0.003$ ) and thicker lenses ( $4.7$  and  $4.3$  mm,  $p<0.001$ ). As a systemic factor LDL levels are higher in arcus group ( $135.3$  and  $117.2$ ,  $p:0.048$ ).

**Conclusion:** Corneal arcus was associated with higher IOP, thinner CCT, thicker LT and higher LDL levels. We concluded that patients with corneal arcus were tend to have greater risk for glaucoma. Larger case series are required to find out the association between glaucoma and corneal arcus.

**Key Words:** Central corneal thickness, intraocular pressure, base curve, lens thickness.

- 1- M.D. Asistant, Adana Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Adana/TURKEY  
DEMIRDUZEN S., dr.selahattindemirduzen@gmail.com  
BAS O.O., osmanonurbas@hotmail.com
- 2- M.D., Adana Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Adana/TURKEY  
SAHİNOĞLU KESKEK N., nedime\_sahin@yahoo.com  
KIZILOĞLU M., mkiziloglu@gmail.com  
ERGİN P., drpinargenc2003@yahoo.com
- 3- M.D. Professor, Adana Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Adana/TURKEY  
ERGİN A., aergin60@yahoo.co.uk

Geliş Tarihi - Received: 24.01.2013  
Kabul Tarihi - Accepted: 20.05.2013  
Glo-Kat 2013;8:239-243

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D., Nedime SAHİNOĞLU KESKEK  
Adana Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Adana/TURKEY

Phone: +90 532 554 78 76  
E-Mail: nedime\_sahin@yahoo.com

## GİRİŞ

Glokom tüm dünyada körlüğe en sık sebep olan hastalıklardan olup primer açık açılı glokom en sık görülen formudur. Göz içi basıncı (GİB) glokom için major risk faktörüdür ve GİB'ni düşürücü ilaçlar glokom tedavisinin merkezinde yer almaktadır.<sup>1</sup> GİB'nin doğru ölçümü glokom hastalığının tarama, teşhis ve yönetiminde önemli bir yere sahiptir. Kornea yapısındaki santral kornea kalınlığı, kornea eğrilik yarıçapı gibi bazı değişiklikler, GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edilen Goldmann applanasyon tonometrisi (GAT) ile yapılan ölçümleri etkilemektedir.<sup>2,3</sup> Yapılan çalışmalarda, korneası kalın olan kişilerde GİB daha yüksek, korneası ince olanlarda ise GİB daha düşük ölçüldüğü bildirilmiştir.<sup>4-11</sup> Wu ve ark.,<sup>12</sup> yaptıkları bir çalışmada, korneal arkusu olan hastaların santral kornea kalınlığının daha ince, GİB'nin daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Korneal arkus, biomikroskopik muayenede limbus-tan 'Vogt kuşağı' denilen şeffaf bir alanla ayrılan kornea periferindeki sarı veya gri-beyaz renkteki opasite alanıdır. Korneal arkus genellikle superior ve inferiordan başlar ve tam bir halka oluşturmak üzere ilerler ve görme aksını engellemez. Yaşla birlikte prevalansı artmaktadır. Elli yaşından genç bireylerde görülen korneal arkusun, hiperlipidemi ve kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.<sup>13-15</sup> Bu kesitsel çalışmada, korneal arkus ile SKK, GİB, KEY, ön kamara derinliği, aksiyel uzunluk, lens kalınlığı gibi oküler parametreler ve serum lipid ve glikoz seviyeleri ve beden kitle indeksi gibi sistemik parametreler arasındaki ilişkinin tanımlanması amaçlandı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu kesitsel çalışmaya 15/04/12 ile 15/05/12 tarihleri arasında Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniğine çeşitli nedenlerle başvuran 40 ile 80 yaş arası 30 korneal arkusu olan, 30 korneal arkusu olmayan 60 olgu çalışmaya dahil edildi. Gerekli etik kurul onayı Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Eğitim Planlama Kurulundan alındı. Her hastadan bilgilendirilmiş gönüllü onam formu alındı. Hastaların oftalmik ve sistemik muayeneleri yapıldı.

Oftalmik muayenede sağ gözler çalışmaya alındı. Yarıklı lamba ışığı kullanılarak yapılan biyomikroskopik muayenede (Inami ophthalmic instruments, Tokyo, Japan), korneal arkus olup olmadığı incelendi ve ön segment muayeneleri yapıldı. Goldmann applanasyon tonometresi ile GİB'ları 3'er kere ölçülüp ortalamaları alındı. Kornea eğrilik yarıçapı otorefraktometre yardımı ile ölçüldü (Canon RK-F1 Full Auto Ref-Keratometer; Canon Inc Ltd, Tokyo, Japan).

Vertikal ve horizontal meridyende ölçümler yapılarak ortalamaları alındı. Dijital biyometrik pakimetri cihazı ile santral kornea kalınlığı ölçümü 5 defa yapıldı ve ortalamaları alındı (Sonomed, PacScan 300P, Digital Biometric Ruler, USA). Oküler ultrason cihazı ile hastaların ön kamara derinliği, lens kalınlığı ve aksiyel uzunlukları 3'er kere ölçülüp ortalamaları kaydedildi (Optikon, HiScan USG, Rome, Italy). Hastaların açlık kan şekeri, HDL, LDL, trigliserid, kolesterol ve HbA1c seviyeleri Adana Numune Eğitim Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında ölçüldü. Hastaların beden kitle indeksleri hesaplandı.

Üveit, sekonder glokom, pseudoekfoliasyon sendromu olanlar, daha önceden glokom teşhisi olanlar, oküler hipotansif ilaç kullananlar ve herhangi bir oküler cerrahi öyküsü bulunanlar çalışmaya alınmadı. Verilerin analizi (SPSS, version 11.5; SPSS Inc, Chicago, Illinois) paket programı ile yapıldı. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama±standart sapma veya ortalama±standart sapma (minimum-maksimum) ya da ortanca (minimum-maksimum) olarak gösterildi. Gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği Student's t testi ile ortanca değerler yönünden farkın önemliliği ise Mann Whitney U testi ile incelendi. Sonuçlar p<0.05 için istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Korneal arkusu olan hastaların yaş ortalaması 60.5±10.3, kontrol grubunun yaş ortalaması 57.4±10.7 idi. Hastaların demografik verileri tablo 1'de gösterilmiştir. İki grup yaşları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0.257). İki grupta da hastaların 15'i kadın 15'i erkekti.

**Tablo 1:** Gruplara göre olguların demografik özellikleri.

Değişkenler	Arkus (-)	Arkus (+)	p-değeri
Yaş	57.4±10.7 (40-78)	60.5±10.3 (42-78)	0.257
Cinsiyet E/K	15/15	15/15	-
Beden Kitle İndeksi	29.8±5.1	28.1±4.6	0.183

E / K; Erkek / Kadın.

**Tablo 2:** Gruplara göre olguların klinik özellikleri.

Değişkenler	Arkus (-)	Arkus (+)	p-değeri
Göz İçi Basıncı	14.4±2.5	15.9±2.3	0.018
Santral Kornea Kalınlığı	544.5 (475-590)	528.5 (431-568)	0.003
Kornea Eğrilik Yarıçapı	7.5 (7.3-8.1)	7.6 (7.4-7.8)	0.455
Lens Kalınlığı	4.3 (3.8-5.2)	4.7 (2.8-5.2)	<0.001
Ön Kamara Derinliği	3.2±0.3	3.0±0.4	0.120
Aksiyel Uzunluk	22.8 (21.8-27.3)	22.5 (21.3-24.3)	0.075

**Tablo 3:** Gruplara göre olguların laboratuvar ölçümleri.

Değişkenler	Arkus (-)	Arkus (+)	p-değeri
Total Kolesterol	184.3±35.3	196.2±47.8	0.276
HDL Kolesterol	45 (28-73)	39.5 (17-133)	0.059
LDL Kolesterol	117.2±33.6	135.3±36.0	0.048
Trigliserid	142.5 (50-317)	138.5 (44-210)	0.971
Açlık Kan Şekeri	98 (76-159)	94 (68-145)	0.245
HbA1c	6.8 (5.7-9.2)	6.7 (5.9-7.8)	0.424

Beden kitle indeksi korneal arkusu olmayan grupta daha yüksek olmasına karşın, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p=0.183$ ). Hastaların klinik özellikleri tablo 2'de gösterilmiştir.

Korneal arkusu olanlarda ortalama GİB olmayanlara göre daha yüksekti ve bu istatistiksel olarak anlamlı olarak bulundu ( $p=0.018$ ). Santral kornea kalınlığı arkusu olan grupta, olmayan gruba göre daha ince bulundu ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p=0.003$ ). Kornea eğrilik yarıçapları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p=0.455$ ).

Korneal arkusu olan grubun lens kalınlıkları diğer gruptan istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde kalındı ( $p<0.001$ ). Ön kamara derinliği korneal arkus grubunda diğer gruba göre daha sığ olarak bulundu, fakat aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p=0.120$ ). Kontrol grubunun ortalama aksiyel uzunluğu daha fazla olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p=0.075$ ).

Korneal arkusu olan hasta grubunda total kolesterol seviyeleri daha yüksek, HDL ve trigliserid seviyeleri daha düşük bulunmakla beraber aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (Sırasıyla;  $p=0.276$ ,  $p=0.059$  ve  $p=0.971$ ). Düşük dansiteli lipoprotein (LDL) seviyeleri, korneal arkusu olanlarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ( $p=0.048$ ). İki grubun açlık kan şekeri ve HbA1c seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Her iki grubun laboratuvar ölçümleri tablo 3'te gösterilmiştir.

## TARTIŞMA

Çalışmamızda korneal arkuslu hastalarda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek GİB, daha ince SKK, daha kalın lens olduğu saptandı. Diğer oküler parametreler arasında iki grupta istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi.

GAT ile GİB ölçümünde sabit bir kornea yüzeyini düzleştirmek için belirli bir güç uygulamak gerekmektedir. İmbert-Fick yasasına göre göz içindeki basınç ile indentasyon için gereken basınç doğru orantılıdır.<sup>16</sup> Ölçüm sırasında hataya sebep olan faktörlerden biri korneanın direncidir.<sup>2,17</sup>

Kornea direnci, kornea kalınlığı, elastikiyeti, eğriligi gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Santral kornea kalınlığının GİB ölçümü üzerine etkisi yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>4-11,18,19</sup>

Santral kornea kalınlığının her 10  $\mu\text{m}$  artışında, GİB'nin 0.15 ile 0.71 mmHg arasında fazla ölçüldüğü literatürde bildirilmiştir.<sup>17</sup> Kornea eğrilik yarıçapı ile GİB arasındaki ilişki ise literatürde çelişkilidir.

Bazı çalışmalarda negatif korelasyon olduğu bildirirken,<sup>18,19</sup> bazı çalışmalarda iki parametre arasında ilişki olmadığı gösterilmiştir.<sup>6,20</sup> Biz çalışmamızda GİB ile KEY ilişkisini incelemedik, fakat arkuslu gözler ile kontrol grubu kornea eğrilik yarıçapı farklılığı olup olmadığı değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını gördük.

Wu ve ark.,<sup>12</sup> korneal arkus ve biyometrik ölçümlerle ilişkisini inceledikleri toplum tabanlı kesitsel çalışmada, korneal arkusu olan hastalarda santral kornea kalınlığının kontrol grubuna göre ince, GİB'nin yüksek olduğunu bildirilmişlerdir. Biz de daha küçük hasta grubu ile yaptığımız bu çalışmada benzer sonuçlar elde ettik.

Korneada yaşla birlikte oluşan fiziksel değişimler literatürde birçok çalışmada bildirilmiştir. Normal bireylerde yaşlanmayla korneal histerezis ve kornea direnç faktörünün azalması, yaş ile beraber rijiditenin artması ve viskoelastisitenin azalmasına bağlanmıştır.<sup>21-23</sup> Bununla beraber benzer yaş ortalamasına sahip iki grubu karşılaştırdığımız çalışmamızda, korneal arkusu olan grupta SKK'nın daha ince olduğunu bulduk. Bu sonuç kornea direncinin korneal arkuslu hastalarda daha fazla olmasına bağlı olabilir. Korneal arkusun korneal ve yapısal özellikleri nasıl etkilediği bilinmemektedir.

Rifkind ve Dickerson<sup>24</sup>, korneal arkus ile ateroskleroz karakteristikleri arasındaki benzerlikleri vurgulamıştır. Her ikisinde de birikim avasküler dokularda olmaktadır. İkisi de yaş ile birlikte artar ve erkeklerde daha sıktır. Korneal arkus oluşumu ile beraber kornea yapısındaki değişimleri dökümanente eden bir çalışma bilgilerimize göre bulunmamaktadır. Belki de kornea yapısındaki değişiklikler, kornea direncini ve korneal histerezisi etkilemekte ve buna bağlı GİB ölçümü değişiklikleri oluşmaktadır.

Ang ve ark.,<sup>25</sup> çalışmalarında GİB'nin kornea direnci ile doğru, korneal histerezis ile ters orantılı olduğunu göstermişlerdir. Korneal arkusu olan hastalarda kornea yapısındaki değişikliklerin dökümanente edilip GİB ölçümü ile ilişkisinin daha net olarak ortaya konması gerektiği kanaatindeyiz.

Daha önceki çalışmalarda, korneal arkus ve LK arasındaki ilişkiye değinilmemiştir. Bu çalışmada arkusu olanlarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde LK daha kalın bulunmuştur. (4.7 mm ve 4.3 mm, p<0.001) Ön kamara derinliği, korneal arkus grubunda daha sığ olarak saptanmakla beraber, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Lloyd ve ark.,<sup>26</sup> korneal arkus ile kardiyovasküler hastalık risk birlikteliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, 50 yaş altındaki erkek hastalarda korneal arkusun hiperlipidemi ile birarada bulunmasının kardiyovasküler hastalık için risk faktörü oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Aynı zamanda aynı yaş grubunda korneal arkus varlığının, koroner arter hastalığı için; düşük serum HDL seviyesi, istirahat sırasında çekilen EKG de iskemi, obezite, hipertrigliseridemi gibi risk faktörleri kadar güçlü bir prognostik faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Biz çalışmamızda, beklendiği gibi, korneal arkus grubunda LDL seviyesinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğunu tesbit ettik. Bulgularımız ve literatürdeki bilgiler ışığında, korneal arkusu olan 50 yaş altındaki hastaların kardiyolojik açıdan detaylı olarak değerlendirilmesi gerektiği inancındayız.

Goldschmidt<sup>27</sup>, lensteki kolesterol seviyelerinin yaş ile beraber arttığını bildirmiştir. Lenste, insan vücudundaki herhangi bir organdan çok daha fazla miktarda kolesterol bulunduğu gösterilmiştir.<sup>28,29</sup>

Sun ve ark.,<sup>30</sup> yaptıkları bir çalışmada yaş ile beraber lens eğriliğinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda korneal arkusu olan hastalarda lens kalınlığında artış olduğunu saptadık. Bu bulguyu açıklamak için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duymakla beraber, değişikliğin sistemik faktörlere bağlı erken yaşlanmaya veya LDL yüksekliğine bağlı lens içinde madde birikimine bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, lens kalınlığı artışı, GİB yüksekliği, ince santral kornea kalınlığı yanında hiperlipidemiye bağlı gelişebilecek optik sinir beslenmesini bozabilen damarsal faktörlerin glokom gelişimi için önemli parametreler olduğunu ve korneal arkusu olan hastaların glokom gelişimi açısından dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini söyleyebiliriz. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların doğruluğunun kanıtlanması için daha geniş vaka serileri ile yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Rudnicka AR, Mt-Isa S, Owen CG et al. Variations in primary open angle glaucoma prevalence by age, gender, and race: a Bayesian meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:4254-61.
2. Whiteacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers.: Major Review. *Surv Ophthalmol* 1993;38:1-30.
3. 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.
4. Feltgen N, Leifert D, Funk J. Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings. *Br J Ophthalmol* 2001;85:85-7.
5. Kohlhaas M, Boehm AG, Spoerl E et al. Effect of central corneal thickness, corneal curvature, and axial length on applanation tonometry. *Arch Ophthalmol* 2006;124:471-6.
6. Saleh TA, Adams M, McDermott B et al. Effects of central corneal thickness and corneal curvature on the intraocular pressure measurement by Goldmann applanation tonometer and ocular blood flow pneumatonometer. *Clinical and Exper Ophthalmol* 2006;34:516-20.
7. Öztürk F, Kusbeci T, Yavaş G, ve ark. Pascal dinamik kontur tonometre ile ölçülen göz içi basınç değerlerinin Goldmann Applanasyon tonometresi, non-kontakt tonometre ve tonopen ile karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının etkisi. *Glo-Kat* 2006;1:171-5.
8. Eser E, Baser E, Kayıkçoğlu O, ve ark. Pseudoeksfoliatif glokomda santral kornea kalınlığı. *Glo-Kat* 2006;1:193-6.

9. Baser FE, Eser E, Toprak B, ve ark. Santral kornea kalınlığının ultrasonik pakimetre ile ölçümlerinde tekrarlanabilirlik. *Glo-Kat* 2007;2:35-8.
10. Arıtürk N. Glokomda santral korneal kalınlık ölçümü ve önemi. *Glo-Kat* 2006;1:1-6.
11. Şen E, Yazıcı A, Altınok A, ve ark. Glokom ve oküler hipertansiyonda merkezi kornea kalınlığı ve merkezi kornea kalınlığını etkileyen faktörler. *Glo-Kat* 2009;4:79-83.
12. Wu R, Wong TY, Saw SM et al. Effect of corneal arcus on central corneal thickness, intraocular pressure, and primary open-angle glaucoma: the Singapore Malay Eye Study. *Arch Ophthalmol* 2010;128:1455-61.
13. Rifkind BM. Corneal arcus and hyperlipoproteinemia. *Surv Ophthalmol* 1972;16:295-304.
14. Winder AF, Jolleys JC, Day LB et al. Corneal arcus, case finding and definition of individual clinical risk in heterozygous familial hypercholesterolaemia. *Clin Genet* 1998;54:497-502.
15. Chambless LE, Fuchs FD, Linn S et al. The association of corneal arcus with coronary heart disease and cardiovascular disease mortality in the lipid research clinics mortality follow-up study. *American J Public Health* 1990;80:1200-4.
16. Gloster J, Perkins ES. The validity of the Imbert-Fick law as applied to applanation tonometry. *Exp Eye Res* 1963;2:274-83.
17. Rask G, Behndig A. Effects of corneal thickness, curvature, astigmatizm and direction of gaze on Goldmann applanation tonometry readings. *Ophthalmic Res* 2006;38:49-55.
18. Harada Y, Hirose N, Kubota T et al. The influence of central corneal thickness and corneal curvature radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: non-contact and Goldmann applanation tonometers. *J Glaucoma* 2008;17:619-25.
19. Broman AT, Congdon NG, Bandeen-Roche K et al. Influence of corneal structure, corneal responsiveness, and other ocular parameters on tonometric measurement of intraocular pressure. *J Glaucoma* 2007;16:581-8.
20. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Fernandez-Vidal A et al. Ocular response analyzer versus Goldman applanation tonometry for intraocular pressure measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:4410-4.
21. Kotecha A, Elsheikh A, Roberts CR et al. Corneal thickness and age related biomechanical properties of the cornea measured with the ocular response analyzer. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:5337-47.
22. Daxer, Mis of K, Grabner B et al. Collagen fibrils in the human corneal stroma: structure and aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:644-8.
23. Malik NS, Moss SJ, Ahmed N, et al. Ageing of the human corneal stroma: structural and biochemical changes. *Biochim Biophys Acta* 1992;11383:222-8.
24. Rifkind BM, Dickerson C: The incidence of arcus senilis in ischemic heart disease, its relation to serum lipid levels 1965;1:312-4.
25. Ang GS, Bochmann F, Townend J et al. Corneal Biomechanical properties in primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. *J Glaucoma* 2008;17:259-62.
26. Lloyd E. Chambless, Flavio D et al. The association of corneal arcus with Coronary heart disease and Cardiovascular disease mortality in the lipid research clinics mortality follow-up study. *Am. J Public Health* 1990;80:1200-4.
27. Goldschmidt, M. Die Lipoide der Linse. *Biochem. Z* 1922;127:210-7.
28. Rujoi, M., J. Jin, D. Borchman et al. Isolation and lipid characterization of cholesterol-enriched fractions in cortical and nuclear human lens fibers. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci* 2003;44:1634-42.
29. Borchman, N. A. Delamere, L. A. McCauley et al. Studies on the distribution of cholesterol, phospholipid, and protein in the human and bovine lens. *Lens Eye Toxic* 1989;6:703-24.
30. Sun JH, Sung KR, Yun SC et al. Factors associated with anterior chamber narrowing with age: an optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:2607-10.