

Fakoemülsifikasyon Cerrahisi Sonrası Kornea Biyomekanik Özelliklerinin Değişimi*

Changes in Corneal Biomechanical Properties After Phacoemulsification Surgery

Sevil KARAMAN ERDUR¹, Uğur ÇELİK², Hakan EREN³, Ebru Demet AYGIT⁴, Hülya GÜNGEL⁵

ÖZ

Amaç: Fakoemülsifikasyon sonrası göz içi merceği yerleştirilmesinden sonra Ocular Response Analyzer (ORA) cihazı ile göz içi basıncı (GİB) ve korneal biyomekanik özelliklerdeki değişimleri incelemek.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya katarakt cerrahisi yapılan 63 hastanın 63 gözü dosya üzerinden geriye dönük taranarak dahil edildi. Korneal histerezis (KH), korneal direnç faktörü (KDF), korneal kompanze GİB (GİBkk) ve Goldmann GİB (GİBg) ölçümleri ameliyat öncesi ve sonrası 1. Hafta, 1. Ay, 3. Ayda ORA cihazı ile ölçüldü. Merkezi kornea kalınlığı (MKK) ölçümü ise Orbscan II cihazı ile yapıldı.

Bulgular: Ortalama KH preoperatif 10.28 ± 1.61 mmHg iken 9.57 ± 1.70 mmHg'ya anlamlı bir düşüş gösterdi ($p=0.001$), fakat postoperatif 3. Ayda 10.21 ± 1.61 mmHg idi ($p=0.9$). Ortalama KDF preoperatif 10.61 ± 1.89 mmHg iken 9.61 ± 1.92 mmHg'ya anlamlı bir düşüş gösterdi ($p=0.001$), fakat postoperatif 3. Ayda 10.21 ± 1.61 mmHg idi ($p=0.8$). Ortalama GİBg postoperatif dönemde preoperatif ölçümlerine göre anlamlı olarak düşük bulundu (1. hafta $p=0.03$, 1. ay $p=0.01$, 3. ay $p=0.009$). Ortalama GİBkk preoperatif ve postoperatif 1. hafta ve 1. ayda değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir değişiklik saptanmadı ($p=0.8$, $p=0.2$), fakat 3. ayda anlamlı olarak düşük izlendi ($p=0.04$).

Tartışma: Fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası ortalama KH, KDF erken dönemde farklılık göstermesine rağmen 3 aylık takip döneminde anlamlı fark sergilemedi. Ortalama GİBkk ve GİBg değerlerinde ameliyat sonrası düşüş görülmektedir. Bu durum korneal saydam kesili fakoemülsifikasyon sonrası erken dönemde kornea biyomekaniklerinin etkilendiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kornea biyomekanikliği, standart saydam korneal kesili fakoemülsifikasyon cerrahisi, oküler cevap analizörü, ORA, korneal histerezis.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate corneal viscoelastic and intraocular pressure (IOP) changes measured by an ocular response analyzer (ORA) after phacoemulsification and intraocular lens (IOL) implantation.

Materials and Methods: Sixty-three eyes scheduled for cataract surgery were included in the study. Corneal hysteresis (CH), corneal resistance factor (CRF), corneal-compensated intraocular pressure (IOPcc) and Goldmann-correlated IOP (IOPg) were measured by ORA preoperatively and postoperative 1st week, 1st month and 3rd month. Central corneal thickness (CCT) was measured using Orbscan II.

Results: The mean CH decreased significantly from 10.28 ± 1.61 mmHg preoperatively to 9.57 ± 1.70 mmHg at 1 week ($p=0.004$) however increased to 10.21 ± 1.61 mmHg at 3 month ($p=0.9$). The mean CRF decreased significantly from 10.61 ± 1.89 mmHg preoperatively to 9.61 ± 1.92 mmHg at 1 week ($p=0.004$) however increased to 10.51 ± 1.69 mmHg at 3 month ($p=0.8$). The mean preoperative IOPg was decreased significantly in all postoperative measurements, (1st week $p=0.03$, 1st month $p=0.01$, 3rd month $p=0.009$). The mean preoperative IOPcc did not change significantly by first week and 1st month postoperatively ($p=0.8$, $p=0.2$), however decreased significantly at 3rd month control. ($p=0.04$)

Conclusions: Even the CH, CRF values decreased significantly in early postoperative period after phacoemulsification surgery, there was no change according to preoperative values in 3 months follow up. Mean IOPg and IOPcc values decreased in the postoperative period. That was showing that corneal biomechanical properties are influenced by phacoemulsification and IOL implantation.

Key Words: Corneal biomechanical properties, standard clear corneal phacoemulsification surgery, ocular response analyzer, ORA, corneal hysteresis.

*Bu çalışma TOD 2010 Ulusal Oftalmoloji Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur.

- 1- M.D. Istanbul Medipol University Medical Faculty Department of Ophthalmology, Istanbul/TURKEY
KARAMAN ERDUR S., karamansevil@gmail.com
- 2- M.D. Taksim Training and Research Hospital, Eye Clinic, Istanbul/TURKEY
CELİK U., h.ugurcelik@gmail.com
- 3- M.D. Associate Professor, Dünya Eye Hospital, Istanbul/TURKEY
EREN H., dr.hakaneren@gmail.com
- 4- M.D. Beyoglu Eye Training and Research Hospital, Istanbul/TURKEY
AYGIT E.D., ebrudemet@hotmail.com
- 5- M.D. Professor, Samatya Training and Research Hospital, Eye Clinic, Istanbul/TURKEY
GUNGEL H., hulyagungel@msn.com

Geliş Tarihi - Received: 21.06.2014

Kabul Tarihi - Accepted: 09.02.2015

Glo-Kat 2015;10:263-266

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D. Ugur CELIK
Taksim Training and Research Hospital, Eye Clinic, Istanbul/TURKEY

Phone: +90 505 361 33 77

E-mail: h.ugurcelik@gmail.com

GİRİŞ

Kornea, viskoelastik özellikleri olan bir dokudur. Elastisite; bir maddenin stres karşısında deformasyona uğraması, ancak stres ortadan kalktıktan sonra eski haline dönmesidir. Akışkanlığa karşı gösterilen direnç ise viskozitedir. Oküler cevap analizörü (ORA®, Ocular Response Analyzer, Reichert Ophthalmic Instruments, Corp., NY, USA) korneanın biyomekanik özelliklerini in vivo olarak kuvvet-yer değiştirme ilişkisini kullanarak ölçer.¹⁻⁴ Cihaz; klasik hava üflemlerle tonometrelerde kullanılan tekniğe benzer şekilde hızlı hava atımı kullanır. Hızlı hava atımından sonra, elektro-optik bir dedektör sistemi 20 ms boyunca korneanın santral 3.0 mm çapındaki bölgesini izler. Korneanın deformasyona uğradığı anda ve eski haline dönmeye başladığı anda iki aplanasyon değeri (P_1 - P_2) elde edilir. Bu iki basıncın arasındaki fark 'korneal histerezis' (KH) olarak adlandırılır. KH, korneanın kuvvet karşısında esneyebilme ve daha sonra eski haline dönebilme yeteneğidir.⁵ P_1 ve P_2 değerlerinin ortalaması Goldmann ile uyumlu GİBg'yi verir. Cihaz ayrıca KH'yi dikkate alarak korneanın biyomekanik özellikleri ile kompanse edilmiş GİB değeri olan GİBkk'yı hesaplar. Cihazın bir diğer önemli parametresi ise, korneanın elastik özelliklerinin göstergesi olan korneal direnç faktörüdür (KDF).⁵

Katarakt cerrahisinin kornea biomekaniğini etkilediği bilinmektedir.⁶⁻⁷ Fakat etkilenen biomekaniğin cerrahi işlem sonrası yapılan kesiler nedeniyle mi, göz içinden alınan lens yerine çok daha ince bir lens materyalinin yerleştirilmesi mi, yoksa yaşa bağlı glob değişikliklerinin mi sebep olduğu net olarak açıklığa kavuşturulmuş konular değildir.⁸

Bu çalışmamız kliniğimize başvuran katarakt endikasyonlu hastalarda fakoemülsifikasyon cerrahisinden sonra korneal biyomekanik özelliklerin değişiminin değerlendirme amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Ağustos-Aralık 2009 tarihleri arası, katarakt nedeni ile standart saydam kornea fakoemülsifikasyon cerrahisi planlanan hastalarda retrospektif olarak dosya tarama yöntemi ile gerçekleştirildi. 63 hastanın 63 gözü çalışmaya alındı. Hastalara cerrahiden önce cerrahi açıklama yapılarak yazılı onam alındı ve Helsinki Deklarasyon Prensiplerine uygunluğuz önüne alındı. Olgulara cerrahi öncesi Snellen eşeli ile en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, biyomikroskopi, Goldmann aplanasyon tonometresi ile göz içi basınç ölçümü, gonyoskopi ve +90 D lens ile fundus muayenesi yapıldı.

Çalışmaya katarakt ve refraksiyon kusuru dışında; daha önceden geçirilmiş göz içi cerrahisi, lazer tedavisi ve başka oküler patolojisi olmayan gözler alındı. Bu çalışmaya aldığımız hastaların minimum endotel sayısı 1500/mm² olarak belirlendi. Kapalı açısı bulunan olgular (Shaffer sınıflaması grade 2 ve altı olanlar); aksiyel uzunluğu 21.5 mm'den kısa olanlar;

Orbscan ölçümlerinde keratokonus şüphesi görülenler; intraoperatif ve postoperatif komplikasyon gelişenler çalışmaya alınmadı. Cerrahi yöntem olarak tüm gözlere standart saydam kornea fakoemülsifikasyon cerrahisi uygulandı. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1. hafta, 1. ay ve 3. ay ORA ölçümleri 08.00-12.00 arasında aynı kişi tarafından yapıldı. Sinyal kalitesi iyi olmayan ölçümler değerlendirilmedi. Her hastadan sinyal kalitesi iyi olan 3 ölçüm alındı, istatistiksel değerlendirmede bu ölçümlerin ortalaması kullanıldı. Bu ölçümler sırası ile GİBkk, GİBg, KH ve KDF idi. Merkezi kornea kalınlığı (MKK) ölçümü ise ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası B&L Orbscan II® cihazı ile yapıldı.

Cerrahi Teknik: Ameliyatlar subtenon anestezi altında gerçekleştirildi. Bütün olgularda temporal yaklaşımlı 3.0 mm'lik saydam korneal kesi ve bir adet yan giriş yapılarak ameliyata başlandı. Ön kamara 1% sodyum hyaluronat ve %3 sodyum hyaluronat, %4 kondrotin sülfat (DuoVisc®, Alcon®, Forth Worth, ABD) ile oluşturuldu. Devamlı kurvilineer kapsülo-reksis ve hidrodiseksiyonu takiben nukleus, İnfiniti® (Alcon®, Forth Worth, ABD) fakoemülsifikasyon cihazıyla "stop and chop" tekniği kullanılarak koaksiyel fakoemülsifikasyon ile emülsifiye edildi. Daha sonra korteks bakiyesi irrigasyon/aspirasyon ile temizlendi. Kapsül içine %2.4 hidroksi metil sellüloz verilerek kese oluşturuldu. Enjektörle üç parçalı katlanabilir hidrofobik akrilik lens (Acrysof MA60BM®, Alcon®, Forth Worth, ABD) kese içine yerleştirildi. Irrigasyon/aspirasyon ile viskoelastik madde temizlendi. Korneal ana kesi ve yan giriş stromal hidrasyon ile kapatılıp kesilerin sızdırmazlığı üçgen sponj kontrol edildikten sonra subkonjonktival gentamisin ve dek-sametazon yapılarak ameliyat sonlandırıldı.

Postoperatif topikal tobramisin 2 hafta süre ile günde 5 kez, topikal prednizolon asetat günde 8 kez birer damla başlanıp 3 hafta süre ile azaltılarak kullanıldı.

İstatistiksel Değerlendirme: İstatistiksel analizlerde Macintosh SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM, USA) programı kullanıldı. Takip parametreleri ayrı ayrı Kolmogorov-Smirnov testi, histogram ve P-P grafikleri ile normal dağılıma uygunluk değerlendirmesi yapıldı, her iki grup veri de normal dağılıyorsa "Eşleştirilmiş t-testi (Paired sample t-test)", en az bir grup verisi normal dağılıma uymuyorsa "Wilcoxon testi (Wilcoxon Signed Rank Test)" kullanıldı. %95 güven aralığında p değerinin 0.05'ten küçük olması istatistiksel anlamlı fark olarak kabul edildi.

BULGULAR

Hastaların 33 erkek, 30 kadındı. Yaş ortalaması 64.1±13.6 yıld. Gözlerin 32'si sağ, 31'i sol gözdü. Ortalama aksiyel uzunluk 23.20±1.0; 21.5 mm (ortalama 22.9 mm) bulundu. Ortalama MKK preoperatif 549±40 µ iken postoperatif 556±41 µ olarak bulundu. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamsızdı (p=0.06).

Preoperatif ve postoperatif ORA ile elde edilen ortalama değerler tablo'da verilmiştir. GİBkk preoperatif ve postoperatif 1. hafta ve 1. ayda değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir değişiklik saptanmadı ($p=0.8$, $p=0.2$), fakat 3. ayda anlamlı olarak düşük izlendi ($p=0.04$). GİBg parametresi postoperatif dönemde preoperatif ölçümlerine göre anlamlı olarak düşük bulundu (1. hafta $p=0.03$, 1. ay $p=0.01$, 3. ay $p=0.009$). KDF değerindeki azalma da preoperatif değerlerle kıyaslandığında postoperatif 1. haftada istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0.002$), postoperatif 1. ay ve 3. ayda bu değerlerin ameliyat öncesi seviyelerine yaklaştığı izlendi, ($p=0.4$, $p=0.8$). Aynı şekilde KH değerinde azalma da postoperatif 1. hafta ölçümünde anlamlı olarak bulundu ($p=0.001$), postoperatif 1. ay ve 3. ayda ise ameliyat öncesi değerlerine ulaştığı izlendi, ($p=0.3$, $p=0.9$).

TARTIŞMA

ORA hızlı hava akımı kullanan dinamik bir GİB ölçüm cihazıdır. Kornea biyomekaniğini sayısal olarak ölçen ilk ve tek cihazdır. Dolayısı ile son zamanlarda, çeşitli ön segment patolojileri ve ameliyatlardan sonra kornea biyomekaniğindeki değişimler ORA ile araştırılmaktadır.^{1,2,9,10} Ortiz ve arkadaşları normal, keratokonussu ve post-LASİK'li gözleri araştırmışlar; keratokonussu gözlerde KH ve KDF'yi, normal ve post-LASİK'li gözlerden anlamlı olarak daha düşük bulmuşlardır.¹¹ Shah ve ark.,⁹ keratokonussu gözlerde KH'nın normal gözlerle oranla daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Glokomlu gözlerde de KH'nın azaldığını bildiren çalışmalar yayınlanmıştır.^{10,12,13} Yakın zamanlarda excimer laser ile yapılan refraktif cerrahinin KH'yı azalttığını gösteren çalışmalar da yayınlanmıştır.^{11,14,15,16} Çeşitli çalışmalar katarakt cerrahisi sonrasında KH ve KDF önemli azalmalar rapor etmiştir. Azalmalar cerrahiye bağlı kornea biyomekanik değişikliklerin sonucudur. KH azalmasında Hager ve ark.,¹⁷ yaptığı çalışmada cerrahi sonrası kornea ödemi özellikle sorumlu bulunmuştur. Kornea ödem gelişiminde hastaya yapılan korneal kesinin önemi vurgulanmıştır. Kornea ödeminde cerrahi süresi ve yapılan fakoemülsifikasyon gücü gibi

faktörler sebebiyle oluşan endotel ödemi de önem arz etmektedir. Kücümün ve ark.,⁶ bu konudaki çalışmalarında katarakt cerrahisi sonrasında gerçekleşen sızdırmaların, hastalardan kaynaklı sebeplerin etkili olduğuna değinmiştir.

Kornea direnci ve elastisitesini etkileyen birçok faktör araştırmacılar tarafından tartışılmıştır. Bu faktörler içinde MKK kornea direncinin en önemli belirleyicisi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca MKK in vivo olarak kolaylıkla ölçülebilmektedir. Hager ve ark.,¹⁷ ORA'nın ultrasonik pakimetresini kullanarak postoperatif 1. günde MKK'nın 556.8 ± 32.5 mikrondan 580.3 ± 45.5 mikrona istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığını belirtmişlerdir. Çalışmada erken dönem MKK irdelenmiş ve preoperatif değerlere göre yüksek bulunmuştur. Kücümün ve ark.,⁶ yaptıkları çalışmada MKK'nın postoperatif 1. hafta ve 1. ay değerlerinin, preoperatif değerlerle kıyaslandığında aralarında fark olmadığını göstermişlerdir. Kamiya ve ark.,¹⁸ çalışmasında fakoemülsifikasyon cerrahisi ile beraber yapılan limbal gevşetici insizyonun MKK değerlerinde postoperatif 1. günde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa sebep olduğu; postoperatif 1. hafta, 1. ay ve 3. ayda ise belirgin bir değişime sebep olmadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da MKK postoperatif 1. haftada değerlendirildi. Ortalama MKK preoperatif 549 ± 40 mikron iken postoperatif 1. haftada 556 ± 41 , 1. ayda 553 ± 40 , 1. haftada 552 ± 39 mikron olarak bulundu. Takipler arası fark klinik ve istatistiksel olarak anlamsızdı, ($p=0.06$, $p=0.31$, $p=0.72$).

Yapılan çalışmalarda katarakt cerrahisi sonrası GİB düşüşü ön kamara açısının rölatif olarak açılması ve dışa akımın artışı, ön kamara derinliğinin artışı, yaşla beraber lens lehine değişen lens-ön kamara oranının cerrahi sonrası dışa akımı kolaylaştıracak hale dönmesi gibi değişik mekanizmalarla, açıklamışlardır. Bizim çalışmamızda klasik bulguya uymayacak şekilde GİBg preoperatif ve postoperatif 1. haftada anlamlı değişim göstermez iken, 1. ay ve 3. ayda anlamlı düşüş izlenmiştir. Bu durum kullanılan steroidli damlalar ile ilişkili olabilir. GİBkk ise postoperatif 1. hafta ve

Tablo: Preoperatif ve postoperatif ORA ile ölçülen parametrelerin ortalama değerleri ve standart sapmaları gösterilmektedir.

	GİBkk \pm SD (mmHg)	GİBg \pm SD (mmHg)	KDF \pm SD (mmHg)	KH \pm SD (mmHg)
Preoperatif	16.94 \pm 4.20	16.50 \pm 4.38	10.61 \pm 1.89	10.28 \pm 1.61
Postoperatif 1. hafta	16.65 \pm 5.01	15.09 \pm 4.84*	9.61 \pm 1.92*	9.57 \pm 1.70*
Postoperatif 1. Ay	16.55 \pm 4.21	14.94 \pm 4.54*	10.40 \pm 1.81	9.97 \pm 1.67
Postoperatif 3. Ay	16.15 \pm 4.11*	14.65 \pm 4.14*	10.51 \pm 1.69	10.21 \pm 1.53

GİBkk; Kompanse edilmiş Göz İçi Basıncı, GİBg; Goldmann applanasyon tonometresine eşdeğer Göz İçi Basıncı, KDF; Kornea Direnç Faktörü, KH; Kornea Histerezisi, SD; Standart Sapma,

*; $p<0.05$.

1. ayda anlamlı değişiklik göztermez iken 3. ayda anlamlı azalma göstermiştir. Küçümen ve arkadaşlarının çalışmasında da GİBkk'da 1. hafta ve 1. ayda anlamlı değişim olmadığı, ancak 3. ayda preoperatif değere göre istatikselsel olarak anlamlı azalma olduğu bildirilmiştir.

Hager ve ark.,¹⁷ saydam korneal katarakt cerrahisinden sonra postoperatif 1. günde KH değerinde düşüş bildirmişlerdir. KH değerindeki azalmayı postoperatif 1. günde görülen korneal ödemin, korneanın direnç karşısında eski haline dönebilme kapasitesini azaltması ile açıklamışlardır. Daha önemlisi, saydam korneal kesi tipinin korneal ödemi etkileyerek KH da farklılık yaratabileceği sonucuna işaret etmişlerdir. Küçümen ve ark.,⁶ benzer bir çalışmada korneanın biyomekanik özellikleri postoperatif daha uzun dönemde incelenmiştir. Bahsi geçen çalışmada postoperatif 1. günde mikro sızıntının kornea biyomekanik etkileyeceği, ayrıca hastaların postoperatif 1. günde gözlerini açmakta sıkıntı yaşayabilecekleri, dolayısı ile alınan ölçümlerin bundan etkileneceği vurgulanmıştır. Küçümen ve ark.,⁶ çalışmalarında KH ve KDF değerlerinin postoperatif 1. hafta istatikselsel olarak azaldığını, 1. ve 3. ayda ise preoperatif değerlere döndüğünü göstermişlerdir. Konuyla ilgili bir başka çalışma da Jorge ve ark.,⁷ mikroinsizyonel katarakt cerrahisi ile standart koaksiyel fakoemülsifikasyonu korneal biyomekanik değişimler yönünden karşılaştırdıkları çalışmadır. Bahsedilen çalışmada istatikselsel olarak anlamlı olmasa da standart koaksiyel fakoemülsifikasyon alt grubunda postoperatif 1. hafta KH ve KDF değerlerinde azalma gösterilmiştir, KH'daki değişim ile kesi büyüklüğü arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. 1.5 mm'den küçük kesilerin daha stabil KH değerleri sağladığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda KH ve KDF ise anlamlı bir düşüş gösterdi fakat postoperatif 1. ay ve 3. ayda bu değerlerin ameliyat önceki seviyelerine yaklaştığı izlendi. Olgularımızda 3 mm'lik temporal yaklaşımli saydam korneal kesi kullandık. Korneada kollajen liflerin dizilimi kornea periferinde ve santralinde farklılık gösterir ve dağılımı limbal bölgede homojen değildir. Kollajen yoğunluğu nazal ve temporal kadranlarda, inferior ve superior kadranlara göre daha yükündür.¹⁹ Kollajen liflerin yaklaşık %68'i transvers yerleşimli olarak bu bölgede bulunmaktadır.²⁰ Temporal yaklaşımli saydam korneal kesi ile en fazla bu lifler etkilenmektedir. Ayrıca fako tipinin oluşturduğu mekanik ve termal stres kollajen liflerinin polipeptid zincirleri arasındaki hidrojen bağlarda kırılmaya neden olmaktadır. Dolayısı ile kollajen lifler açılmakta ve denature olmaktadır.²¹ Tüm bu nedenler ile postoperatif erken dönemde korneal biyomekanik yansıtan KH ve CRF değerlerinde düşme görüldüğünü düşünmekteyiz.

Kornea biyomekaniklerinin fakoemülsifikasyon cerrahisinde yapılan saydam kesiden ne kadar etkilendiği ve korneanın gerçek GİB değerini ne ölçüde yansıttığı araştırma konusudur. Bu çalışma standart koaksiyel

fakoemülsifikasyon cerrahisinin postoperatif erken dönemde kornea biyomekaniklerinin önemli düzeyde etkilediğini göstermektedir. Bu konuda yapılan benzer çalışmalar ile paralel sonuçlarımızın olması ile birlikte daha uzun soluklu çalışmalar kornea biyomekanik sürekliliğinin ve değişkenliğinin tesbiti için bize yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:156-62.
- Liu J, Roberts CJ. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement; quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:146-55.
- Mederios F, Weinreb RN. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the Ocular Response Analyzer. *J Glaucoma* 2006;15:364-70.
- Herndon LW. Measuring intraocular pressure-adjustments for corneal thickness and new technologies. *Curr Opin Ophthalmol* 2006;17:115-19.
- Kotecha A. What biomechanical properties of the cornea are relevant for the clinician? *Surv Ophthalmol* 2007;52:109-14.
- Küçümen RB, Yenerel NM, Görgün E, et al. Corneal biomechanical properties and intraocular pressure changes after phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:2096-8.
- Alió JL, Agdeppa MC, Rodríguez-Prats JL, et al. Factors influencing corneal biomechanical changes after microincision cataract surgery and standard coaxial phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:890-7.
- 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.
- Shah S, Laiquzzaman M, Bhowani R, et al. 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.
- Congdon NG, Broman AT, Bandeen-Roche K, et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage. *Am J Ophthalmol* 2006;141:868-75.
- Ortiz D, Pinerio D, Shabayek MH, et al. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ keratomileusis, and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1371-5.
- Yüzbaşıoğlu E, Artunay Ö, Utine CA, et al. Primer açık açılı glokom ve normal tansiyonlu glokomda korneal histerezis göz içi basıncı ilişkisi. *Glo-Kat* 2008;3:21-4.
- Yüzbaşıoğlu E, Artunay Ö, Öncel B, et al. Primer açık açılı glokomda kornea histerezisi ve göz içi basıncı ilişkisi. *MN Oftalmol* 2008;15:85-9.
- Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, et al. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol* 2007;143:39-47.
- Kirwan C, O'Keefe M. Corneal hysteresis using the Reichert ocular response analyzer: findings pre- and post-LASIK and LASEK. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 2008;86:215-8.
- Küçümen RB, Yenerel NM, Görgün E, ve ark. Femtosaniye laser yardımıyla LASİK ameliyatından sonra korneanın biyomekanik özelliklerinde oluşan değişimlerin oküler cevap analizörü ile değerlendirilmesi. *T. Oft. Gaz* 2009;39:250-5.
- Hager A, Loge K, Fu" llhas M-O, et al. Changes in corneal hysteresis after clear corneal cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2007;144:341-6.
- Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F, et al. Evaluation of corneal parameters after simultaneous phacoemulsification with intraocular lens implantation and limbal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:265-70.
- Aghamohammadzadeh H, Newton RH, Meek KM. X-ray scattering used to map the preferred collagen orientation in the human cornea and limbus. *Structure* 2004;12:249-56.
- Morishige N, Petroll WM, Nishida et al. Noninvasive corneal stromal collagen imaging using two-photon-generated second-harmonic signals. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1784-91.
- Johar SRK, Vasavada AR, Praveen MR et al. Histomorphological and immunofluorescence evaluation of bimanual and coaxial phacoemulsification incisions in rabbits. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:670-6.

Copyright of Glukom-Katarakt/Journal of Glaucoma-Cataract is the property of Glukom-Katarakt and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.