

Glokomlu Gözlerde Kornea Biyomekanik Özelliklerinin Oküler Cevap Analizörü ile Karşılaştırılması

Comparison of Corneal Biomechanic Properties in Glaucomatous Eyes Using Ocular Response Analyser

Sinan BEKMEZ¹, Tolga KOCATÜRK², Harun ÇAKMAK², Merve CENGİZ³, Sema ORUÇ DÜNDAR⁴

ÖZ

Amaç: Glokom hastalarının (primer açık açılı glokom, normal tansiyonlu glokom ve psödoeksfoliasyon glokomu) oküler cevap analizörü ile elde edilen korneanın biyomekanik özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Primer açık açılı glokom, normal tansiyonlu glokom ve psödoeksfoliasyon glokomu tanısı ile takip edilen 114 hasta ve polikliniğe başvuran 45 sağlıklı gönüllü (kontrol grubu), toplam 159 olgu çalışmaya alındı. Çalışmaya olguların sağ gözleri dahil edildi. Oküler cevap analizörü cihazı ile olguların korneaya göre düzeltilmiş göz içi basıncı, Goldmann'a göre düzeltilmiş göz içi basıncı, kornea histerezi ve kornea direnç faktörü ölçüldü.

Bulgular: Olguların yaş ortalaması primer açık açılı glokom, normal tansiyonlu glokom ve psödoeksfoliasyon glokomu ve kontrol gruplarında sırasıyla 64,84±9,42 66,86±8,56 68,40±9,18 ve 67,93±9,62 yıl idi (p=0,272). Korneaya göre düzeltilmiş göz içi basıncı değerleri, primer açık açılı glokom ve psödoeksfoliasyon glokomu gruplarında, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p değerleri sırasıyla 0,030 ve 0,005). Kornea histerezi değerleri primer açık açılı glokom ve psödoeksfoliasyon glokomu gruplarında, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p<0,001). Psödoeksfoliasyon glokomu grubunda, normal tansiyonlu glokom grubuna göre kornea histerezi değeri anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,031). Kornea direnç faktörü değeri psödoeksfoliasyon glokomu grubunda, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,001). Goldmann'a göre düzeltilmiş göz içi basıncı değeri farklılıkları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı çıkmadı (p=0,477).

Sonuç: Primer açık açılı glokom, normal tansiyonlu glokom ve psödoeksfoliasyon glokomu hastalarında kornea histerezisinin düşük olması kornea biyomekaniklerinin glokom hastalarının tanı ve takibinde dikkat edilmesi gereken bir parametre olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Glokom, oküler cevap analizörü, korneanın biyomekanik özellikleri.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate corneal biomechanical properties in glaucoma patients (primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma) using the Ocular Response Analyzer.

Materials and Methods: One hundred fourteen primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma patients and 45 healthy volunteers (control group), total of 159 individuals were included in the study. Right eyes of 159 individuals were included in the study. Corneal compensated intraocular pressure, Goldmann correlated intraocular pressure, corneal hysteresis and corneal resistance factor were measured by Ocular Response Analyzer device.

Results: The mean ages were 64.84±9.42, 66.86±8.56, 68.40±9.18 and 67.93±9.62 years in primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma and control groups, respectively (p=0.272). Corneal compensated intraocular pressure values in primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma were statistically significantly higher than controls (p values 0.030 and 0.005, respectively). Corneal hysteresis values in open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma were statistically significantly lower than controls (p<0.001). Corneal hysteresis value in pseudoexfoliation glaucoma was statistically significantly lower than normal tension glaucoma (p=0.031). Corneal resistance factor value in pseudoexfoliation glaucoma was statistically significantly lower than controls (p=0.001). There were not statistically significant difference among Goldmann correlated intraocular pressure values (p=0.477).

Conclusion: Corneal hysteresis decrease in primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma give rise to thought corneal biomechanical importance in glaucoma patients diagnose and follow-up.

Key Words: Glaucoma, ocular response analyzer, corneal biomechanical properties.

1- Uz. Dr., İzmir Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları, Göz Hastalıkları, İzmir, Türkiye

2- Doç. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Aydın, Türkiye

3- Asist. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Biyoistatistik Ana Bilim Dalı, Aydın, Türkiye

4- Prof. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Aydın, Türkiye

Geliş Tarihi - Received: 05.03. 2018

Kabul Tarihi - Accepted: 04.08. 2018

Glo-Kat 2018; 13: 184-189

Yazışma Adresi / Correspondence Address:

Sinan BEKMEZ

İzmir Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları, Göz Hastalıkları, İzmir, Türkiye

Phone: +90 505 757 2615

E-mail: sinanbekmez@gmail.com

GİRİŞ

Glokom, karakteristik görme alanı (GA) defektlerine yol açan, retina gangliyon hücrelerinde kayıp ve aksonlarda atrofiye neden olan kronik ve ilerleyici bir optik nöropatidir. Yüksek göz içi basıncı (GİB) en önemli risk faktörlerinden biridir. Tedavide medikal ve/veya cerrahi olarak GİB'i düşürmek amaçlanır. 2020 yılında yaklaşık 79,6 milyon insanın glokomdan etkileneceği tahmin edilmektedir.¹ Kalıcı görme kaybının önde gelen nedenlerinden biri olan glokomun fizyopatolojisi tam olarak açıklık kazanmamıştır. Bilinen en önemli risk faktörü yüksek GİB'dir.² Her ne kadar GİB, en önemli risk faktörü olarak bilinse de vasküler risk faktörleri de optik sinir hasarının patogeneğinde önemli rol oynadığı tahmin edilmektedir. Anormal mikrosirkülasyon ve perfüzyona bağlı olarak optik sinir başındaki kanlanma olumsuz etkilenmektedir.³

Oküler Cevap Analizörü (OCA), korneanın in vivo biyomekanik özelliklerinin dinamik değerlendirmesini yapabilen bir cihazdır. Bu cihaz korneada deformasyon oluşturacak şekilde hava jeti püskürtmektedir. OCA, uyguladığı hava akım darbesine bağlı korneada iki basınç ölçümü kaydeder. OCA, başlangıçta artan basınç ile korneanın deformasyona uğradığı andaki ve eski haline geri dönmeye başladığı sıradaki iki aplanasyon değerini kaydeder. Bu iki basınç değeri arasındaki fark "kornea histerezi" (KH) olarak adlandırılmaktadır.

Kornea histerezi, hava akım darbesi sonucu deformasyona karşı gelişen kornea direncinin ölçümüdür. Bu ölçüm aynı zamanda korneanın viskoelastik özelliğini de göstermektedir. KH'nin düşük olması, korneanın enerjiyi emebilme kabiliyetinin düşük olduğunu göstermektedir.

Oküler Cevap Analizörü cihazı ile, Goldmann'a göre düzeltilmiş göz içi basıncı (GİBg), KH dikkate alınarak, korneanın biyomekanik özellikleri ile kompanse edilmiş ikinci bir GİB değeri olan korneaya göre düzeltilmiş göz içi basıncı (GİBkd) ve kornea direnç faktörü (KDF) ölçümleri de yapılmaktadır.

Bu çalışmamızda değişik glokom tiplerinde, glokomun tedavi ve takip sürecinde OCA ile elde edilen korneanın biyomekanik özelliklerini değerlendirmeyi amaçladık. Glokom birimimizde takipli primer açık açılı glokom (PAAG), normal tansiyonlu glokom (NTG) ve psödoeksfoliyasyon glokomu (PEG) hastalarının OCA ile elde edilen kornea biyomekanik özelliklerini değerlendirdik.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmaya, Adnan Menderes Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Glokom Birimi'nde PAAG, NTG ve PEG tanıları ile takip edilen 114 hasta ve polikliniğe başvuran 45 sağlıklı gönüllü (kontrol grubu) olmak üzere toplam 159 olgu dahil edildi. Çalışma için Adnan Menderes Üniversitesi

Tıp Fakültesi Etik Kurulu (etik kurul onay tarihi ve protokol kodu: 20.02.2014 ve 2013/18) onayı alındı. Çalışmaya dahil edilen hastalar çalışma ile ilgili olarak ayrıntılı bir şekilde bilgilendirildi ve bilgilendirilmiş onam formları alındı.

Çalışmaya olguların sağ gözleri dahil edildi. OCA (Reichert Ophthalmic Instruments, NY, USA) cihazı ile olguların GİBkd, GİBg, KH ve KDF değerleri ölçüldü.

Çalışmaya alınan tüm olguların demografik özellikleri kaydedildi. Snellen eşeli kullanılarak düzeltilmiş en iyi görme keskinlikleri tespit edildi. Tüm katılımcılara GİB ölçümü, biyomikroskop ve fundus muayenesini içeren tam bir oftalmolojik muayene yapıldı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri

Primer açık açılı glokom tanılı olgularda; GİB'nin tedavisiz 21 mmHg'nin üzerinde veya medikal tedavi ile normal sınırlar içerisinde olması, optik sinir başı muayenesinde glokomatöz çanaklaşma olması (ç/d oranı 0,5'in üzerinde olması veya iki göz arasında ç/d oranı farkı 0,2'den büyük olması, nöroretinal rimde incelme olması), GİB'nin sekonder olarak yükselmesine neden olabilecek patolojik durumların olmaması, tipik glokomatöz GA defekti (lokalize defekt, parasantral skotom, Bjerrum skotomu, nazal step, temporal sektör defekt), iridokorneal açının gonyoskopik olarak açık olması kriter olarak alındı.

Normal tansiyonlu glokom tanılı olgularda; GİB'nin tedavisiz 21 mmHg ve altında olması, optik sinir başı muayenesinde çanaklaşma olması (ç/d oranı 0,5'in üzerinde veya iki göz arasında ç/d oranı farkı 0,2'den büyük olması, nöroretinal rimde incelme olması), GİB'nin sekonder olarak yükselmesine neden olabilecek patolojik durumların olmaması, tipik glokomatöz GA defekti, iridokorneal açının gonyoskopik olarak açık olması kriter olarak alındı.

Psödoeksfoliyasyon glokomu tanılı olgularda; bir veya her iki gözde psödoeksfoliyasyon materyalinin olması, GİB'nin 21 mmHg üzerinde veya medikal tedavi ile normal sınırlar içerisinde olması, optik sinir başı muayenesinde glokomatöz optik disk çukurlaşması olması, tipik glokomatöz GA kaybı olması ve GİB'nin yükselmesine neden olabilecek başka bir faktörün bulunmaması kriter olarak alındı.

Kontrol grubu için; GİB'nin 22 mmHg'nin altında olması, psödoeksfoliyasyon materyalinin olmaması, glokomatöz optik disk çukurlaşmasının olmaması, retina sinir lifi tabakası ve Humphrey GA testi sonuçlarında herhangi bir patolojiye rastlanılmaması, geçirilmiş nörooftalmolojik öykünün ve serebrovasküler olayın olmaması ve oküler cerrahi geçirme hikayesi olmaması kriter olarak alındı.

Çalışmada olguları dışlama kriterleri

Herhangi bir kornea patolojisi olan, üveit ve diğer posterior segment patolojisi olan, fundus muayenesini engelleyen

lens patolojisi olan, kuru göz veya konjonktivit saptanmış olan, kontakt lens kullanan, oküler travma geçiren, geçirilmiş oküler cerrahi öyküsü bulunan veya oküler intravitreal enjeksiyon yapılan, herhangi bir topikal tedavi alan hastalar ve OCA cihazı ile ölçüm yapılmasına kooperere olamayan olgular çalışmaya alınmadı.

OCA ile ölçüm esnasında hastalardan oturur pozisyonda, iki gözlerini açık tutmaları, sakin bir şekilde nefes almaları ve belli bir noktaya bakmaları istendi.

Çalışma düzeni Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun şekilde yapıldı. Nicel değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Normal dağılıma uyan nicel değişkenlerde, bağımsız iki grup arasındaki karşılaştırmalarda, bağımsız örneklem t-testi, ikiden fazla grubun karşılaştırmasında ise tek yönlü varyans analizi kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma şeklinde verildi. Normal dağılıma uymayan nicel değişkenlerde, bağımsız iki grup arasındaki karşılaştırmalarda, Mann Whitney U testi, ikiden fazla grubun karşılaştırmalarında ise Kruskal Wallis varyans analizi kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama (min-maks) şeklinde verildi. Nitel değişkenler ki-kare analizi ile karşılaştırıldı ve tanımlayıcı istatistikler frekans (%) şeklinde verildi. $p < 0,05$ olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya 46 PAAG, 23 NTG, 45 PEG tanıli glokom hastası ve 45 sağlıklı gönüllü (kontrol grubu) olmak üzere toplam 159 olgu dahil edildi. Olguların yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımları Tablo 1’de gösterilmiştir. Tüm olguların yaş ortalaması $67,01 \pm 9,32$ (45,0-90,0) idi. Tüm olguların 76’sı (%47,8) kadın, 83’ü (%52,2) erkekti. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Elde edilen OCA değerlerinin (GİBkd, GİBg, KH ve KDF) gruplar arasındaki dağılımları Tablo 2’de gösterilmiştir. Gruplar arasında elde edilen GİBg değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır ($p=0,477$). Gruplar arasındaki diğer OCA değerleri arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır.

Elde edilen GİBkd değerleri PAAG ve PEG gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p değerleri sırasıyla 0,030 ve 0,005). KH değerleri PAAG ve PEG gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,001$). PEG grubunda NTG grubuna göre KH değeri anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,031$). KDF değeri PEG grubunda kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,001$). Tablo 3’te OCA değerlerinin ikili gruplar arasında karşılaştırılması sonucu elde edilen p değerleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Gruplara göre olguların demografik özellikleri.

| | PAAG (n=46) | NTG (n=23) | PEG (n=45) | Kontrol (n=45) | p değeri |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|
| Yaş (yıl) Ort±SD (min-max) | 64,84±9,42 (45,0-90,0) | 66,86±8,56 (47,0-86,0) | 68,40±9,18 (49,0-87,0) | 67,93±9,62 (51,0-85,0) | 0,272 |
| Cinsiyet (kadın/erkek) n (%) | 23 (%50,0) / 23 (%50,0) | 12 (%52,1) / 11 (%47,9) | 18 (%40,0) / 27 (%60,0) | 23 (%51,1) / 22 (%48,9) | 0,668 |

PAAG: Primer açık açılı glokom, NTG: Normal tansiyonlu glokom, PEG: Psödoeksfoliyasyon glokomu

Tablo 2. Gruplara göre olguların Oküler Cevap Analizörü değerleri.

| | PAAG (n=46) | NTG (n=23) | PEG (n=45) | Kontrol (n=45) | p değeri |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| GİBkd mmHg) Ort±SD / (min-max) | 21,43±11,98 (10,30-70,50) | 15,88±2,90 (9,30-19,90) | 19,86±7,75 (10,30-55,40) | 15,95±2,89 (10,90-20,80) | 0,003 |
| GİBg (mmHg) Ort±SD / (min-max) | 19,39±11,18 (8,60-62,40) | 14,11±3,22 (6,30-18,50) | 16,96±6,51 (4,70-40,70) | 15,36±2,90 (9,00-20,70) | 0,477 |
| KH (mmHg) Ort±SD / (min-max) | 8,40±2,82 (0,00-13,50) | 9,32±1,73 (5,30-12,50) | 8,13±2,14 (0,00-15,40) | 10,45±1,67 (7,20-15,70) | 0,001> |
| KDF (mmHg) Ort±SD / (min-max) | 9,83±2,49 (3,50-17,20) | 9,25±2,12 (5,50-12,10) | 8,76±1,97 (4,00-12,80) | 10,49±1,77 (6,60-15,40) | 0,001 |

PAAG: Primer açık açılı glokom, NTG: Normal tansiyonlu glokom, PEG: Psödoeksfoliyasyon glokomu, GİBkd: Korneaya göre düzeltilmiş göz içi basıncı, GİBg: Goldmann’a göre düzeltilmiş göz içi basıncı, KH: Kornea histerezi, KDF: Kornea direnç faktörü

Tablo 3. Oküler Cevap Analizörü değerlerinin ikili gruplar arasında karşılaştırılması sonucu elde edilen p değerleri.

| | PAAG -NTG | PAAG -PEG | PAAG -Kontrol | NTG - PEG | NTG - Kontrol | PEG - Kontrol |
|-------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| GİBkd | 0,223 | 1,000 | 0,030 | 0,073 | 1,000 | 0,005 |
| GİBg | 0,242 | 0,570 | 0,216 | 0,133 | 0,337 | 0,441 |
| KH | 0,986 | 0,513 | 0,001> | 0,031 | 0,272 | 0,001> |
| KDF | 0,695 | 0,074 | 0,451 | 0,801 | 0,102 | 0,001 |

PAAG: Primer açık açılı glokom, NTG: Normal tansiyonlu glokom, PEG: Psödoeksfolyasyon glokomu, GİBkd: Korneaya göre düzeltilmiş göz içi basıncı, GİBg: Goldmann'a göre düzeltilmiş göz içi basıncı, KH: Kornea histerezisi, KDF: Kornea direnç faktörü

TARTIŞMA

Çalışmamızda, glokom hastaları ve sağlıklı bireylerde OCA cihazı ile elde edilen ölçüm değerlerini karşılaştırdık. Glokomun dünya genelinde hızla artan bir popülasyonda görülmesi ve tanı konulduğu anda birçok olguda ciddi hasar oluşturmuş olması nedeniyle, glokomda erken tanı koyabilmek önemlidir.

Yapılan çalışmalarda yaş ile glokom görülme sıklığı arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır. Japonya'da yapılan bir çalışmada, toplam %1,19 olan açık açılı glokom sıklığının 75 yaş ve üzerinde %7,27'ye çıktığı saptanmıştır.⁴ Başka çalışmalarda ise bu oranın 60-69 yaş aralığında %4,2 olduğu, 70 yaş ve üzerinde ise %10,1 olduğu bildirilmiştir.⁵ Bizim çalışmamızda glokom hasta grubunun (PAAG, NTG ve PEG) yaş ortalaması ise 66,65±9,22 yıl olarak bulundu.

Glokomun cinsiyet dağılımı ile ilişkisi konusunda kesin sonuçlar yoktur. PAAG sıklığının her iki cinste eşit veya erkeklerde daha sık olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur.^{1,4} Doğu Asya'da yapılan bir çalışmada PAAG oranı %49, sekonder glokom oranı ise %16 bulunmuş; glokom hastalarının daha çok erkek cinsiyette görüldüğünü saptamışlardır.⁶ Çalışmamızda yaş ve cinsiyet dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamadık (p değerleri sırasıyla 0,272 ve 0,668). Bu durum yaş ve cinsiyetin farklılıklarının istatistiksel sonuçları etkileme riskini azaltması açısından önemlidir.

Kornea, göz ve dış çevre arasında bariyer görevi gören dayanıklı bir yapıdır. Günümüzde kornea elastisitesini araştıran pek çok çalışma mevcuttur.⁷⁻⁹ Bu çalışmalar özellikle tonometreleri değerlendirmek için yapılmıştır.^{10,11}

Kornea histerezisi, kornea biyomekaniğinin OCA ile iki yönlü aplanasyon yöntemi ile belirlendiği bir ölçüm metodudur. Korneaya püskürtülen hava, 20 milisaniye içinde korneada içe doğru bir düzleşme yapmakta, milisaniyeler içinde hava akımı kesilmekte ve kornea normal kurvatürüne geri dönmektedir. Bu içe ve dışa hareket esnasında ölçülen GİB değerleri arasındaki fark olan KH, korneanın kalınlığına, hidrasyonuna ve henüz tanımlanmamış faktörlere bağlı

olarak değişkenlik gösterebilir.¹² OCA, korneanın biyomekanik özellikleri olan KDF ve KH değerlerini ölçen, aynı zamanda kornea biyomekaniğinden etkilenmeden gerçek GİB ölçümünü sağlayan bir cihazdır.¹³

Yapılan çalışmalarda, PAAG ve NTG hastalarında keratokonus saptanması halinde veya bu hastaların refraktif cerrahi ameliyatı geçirmeleri durumunda, OCA ile ölçülen KH'de azalma olduğu saptanmıştır.¹²

Kornea parametrelerinin, özellikle de MKK'nın GİB ölçümü ve glokom gelişme riski üzerine olan etkilerine bakıldığında, bu değerlerin ölçümünün glokomun tanı ve takibinde önemli bir parametre olduğu çeşitli çalışmalarda yerini almıştır.¹⁴ Özellikle GİB ölçümlerinin GAT ile yapılması durumunda, MKK'nın yapılan ölçüm değerlerini etkilediği bilinmektedir.^{15,16}

İlk defa Congdon ve ark.¹⁴ tarafından glokomatöz hasar ile KH ilişkisi yayınlanmıştır. İnce MKK'nın glokom hasarı ile ilişkili olduğu (yüksek ç/d), uzun aksiyel uzunluk ve düşük KH'nin ise glokom progresyonunda artışa (görme alanında kötüleşmeye) neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Bochmann ve ark.¹⁷ çalışmalarında, PAAG hastalarındaki oküler yapıların biyomekanik özelliklerinin, glokomun patogeneğinde GİB'dan bağımsız bir etkisinin olabileceğini belirtmişlerdir. OSB'de optik disk piti benzeri görünümü olan PAAG hastalarında KH'nin düşük olduğunu saptamışlardır.

Yapılan bir çalışmada yaş ortalamaları 28 olan hastaların 339 gözünde KH değerlerini ortalama 9,6 (1,8-14,6) mmHg olarak saptamışlar.¹⁸ KH'nin korneal kalınlık ile zayıf bir şekilde korelasyon gösterdiğini belirtmişler. KH değerlerinin diüurnal ölçümlerde değişiklik gösterdiğini ve bunun nedeninin gün içindeki olası hidrasyon değişikliklerine bağlı olduğunu açıklamışlardır. Bu durum, korneal kalınlık gibi kornea parametrelerinden etkilendiği bilinen ve diüurnal değişim gösteren GİB değerlerini de etkileyebilir.

Touboul ve ark.¹⁹, sağlıklı olguları, glokom, keratokonus, LASIK cerrahisi geçirmiş gözler ve fotorefraktif keratektomi yapılan hastalarla karşılaştırmışlardır. Çalışmalarına 258

hastanın 498 gözünü dahil etmişlerdir. KH değerinin GAT ile ölçülen GİB ve ultrasonik ölçülen MKK ile güçlü bir şekilde korele olmadığını belirlemişlerdir. Bu çalışmalarında en düşük KH değerlerini LASIK (8,87 mmHg) ve keratokonus (8,34 mmHg) gruplarında tespit etmişlerdir. KH'nin KDF'den daha yüksek olduğu durumlara keratokonus ve LASIK cerrahisi geçiren gruplarda rastlamışlardır. KH'nin GİB ve MKK'a orta derecede bağımlı olduğunu düşünmüşlerdir. Sonuç olarak zayıf korneaların OCA ile değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Yapılan bir çalışmada katarakt ameliyatı sonrası 2. ayda OCA ile ölçülen korneal biyomekanik parametrelerde, normal bireylere göre anlamlı değişim saptanmamış ve katarakt cerrahisinin korneanın viskoelastik özelliklerini önemli derecede etkilemediği sonucuna varılmıştır.²⁰

Kirwan ve ark.¹³, sağlıklı ve konjenital glokomlu gözlerde KH ve GİB değerlerini karşılaştırmışlardır. Ortalama KH değerlerini, konjenital glokomlu gözlerde normal gözlerle göre daha düşük bulmuşlardır (sırasıyla 6,3 mmHg ve 12,5 mmHg). Haab strialarının bulunduğu buftalmik gözlerde düşük KH değerleri saptamışlardır. Yaş ile KH arasında ise herhangi bir korelasyon saptamamışlardır.

Yüzbaşıoğlu ve ark.²¹, PAAG ve NTG hastalarındaki GİB ve KH ilişkisini incelemişlerdir. Her iki glokom grubunda da GİB ve KH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir negatif korelasyon saptamışlardır. Sonuçta düşük KH'nin glokom için bir risk faktörü olabileceğini düşünmüşlerdir.

Biz çalışmamızda, glokom hasta gruplarının her birinde kontrol grubuna göre daha düşük KH değerlerine rastladık. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalara bakıldığında PAAG ve PEG gruplarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük KH değerleri olduğu görüldü ($p < 0,001$). PEG grubunda ayrıca NTG grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük KH değeri bulundu ($p = 0,031$).

İleri yaşlarda korneadaki çapraz bağların artışı ile stromadaki kollajen yapı güçlenmektedir. Bu sayede kornea, yapısal olarak daha sert hale gelmektedir. Oküler sertlik sonucunda korneanın viskoelastik yanıtı da azalmaktadır. Kida ve ark.²², 50-80 yaş aralığındaki 15 gönüllünün sağlıklı gözlerinde korneanın biyomekanik özelliklerini ve bunun diüurnal değişimlerini incelemişlerdir. Sonuçları 20-25 yaş aralığındaki 15 sağlıklı genç gönüllü kişi ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda KH ve KDF değerlerinin yaşla birlikte azaldığını ve her iki değerinde diüurnal değişiklikler gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda yer alan grupların yaş yönünden benzer olması bu açıdan da önemlidir.

Shah ve ark.²³ yaptığı çalışmada, PAAG, NTG ve OHT hastalarında OCA ile KH ve KDF değerlerini ölçmüşlerdir. PAAG ve NTG hastalarındaki KH değerlerine bakıldığında sırasıyla 9,9 ve 9,0 mmHg, KDF değerlerini ise sırasıyla 10,6 ve 9,1 mmHg saptamışlar. Bizim çalışmamızda PAAG,

NTG, PEG ve kontrol gruplarındaki ortalama KDF değerlerini sırasıyla 9,83 9,25 8,76 10,49 olarak saptadık ($p = 0,001$). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalara bakıldığında PEG grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük KDF değeri görüldü ($p = 0,001$).

Morita ve ark.²⁴ yaptığı çalışmada, NTG hastaları ile normal bireylerin GAT, Paskal dinamik kontur tonometre (DKT) ve OCA ile ölçülen GİB'lerini karşılaştırmışlar. NTG hastalarında en yüksek GİB değerlerine, OCA ile yapılan ölçümlerde rastlamışlar. GİB kd değeri, GAT ve DKT ile bakılan GİB ve OCA ile bakılan GİBg değerinden anlamlı derecede yüksek saptanmış. Sonuçta bu yöntemler ile bakılan GİB değerinin gerçekte olduğundan daha az olabileceği yorumunu yapmışlar.

Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda en yüksek GİBkd ve GİBg değerlerine PAAG grubunda rastladık. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalara bakıldığında PAAG ve PEG gruplarında kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek GİBkd değerleri görüldü (sırasıyla $p = 0,030$ ve $p = 0,005$). Öte yandan çalışmamızdaki GİBg değerine baktığımızda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlamadık ($p = 0,477$).

Medeiros ve ark.²⁵ yaptıkları çalışmada GAT ile bakılan GİB'in, OCA ile ölçülen GİBkd'ye göre korneaya ait özelliklerden belirgin olarak etkilendiği sonucuna varmışlardır. Martinez de la Casa ve ark.²⁶ ise GAT ve OCA ile bakılan GİB ve GİBg ölçümleri arasında ortalama 7,2 mmHg, GİB ve GİBkd ölçümleri arasında ise ortalama 8,3 mmHg farklılık saptamışlardır. Araştırmalarında OCA ile bakılan GİB değerlerini GAT ile yapılan ölçümlere göre daha yüksek bulmuşlardır.

Çalışma sonunda farklı glokom tiplerinde elde edilen kornea biyomekanik ile ilgili değerlerin değişiklik gösterdiği saptanmıştır. GİBkd değerleri, PAAG ve PEG gruplarında, kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. KH değerleri, PAAG ve PEG gruplarında, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. PEG grubunda, NTG grubuna göre KH değeri anlamlı derecede düşük bulunmuştur. KDF değeri, PEG grubunda, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. GİBg değeri farklılıkları ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

PAAG, NTG ve PEG hastalarında KH'nin, glokom olmayan hastalara göre düşük olması, kornea biyomekanikinin glokom hastalarının tanı ve takibinde önemsenmesi gereken yeni bir parametre olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızdaki hasta gruplarına bakıldığında NTG hasta sayımız azdı. Bu konuda daha fazla hasta sayıları ile daha ileri çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol.* 2006; 90: 262-7.
2. Anderson DR. Glaucoma, capilleries and pericytes. 1. Blood flow regulation. *Ophthalmologica.* 1996; 210: 257-62.
3. Flammer J, Orgül S, Costa VP et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res.* 2002; 21: 359-93.
4. Yoshida M, Okada E, Mizuki N et al. Age-specific prevalence of open-angle glaucoma and its relationship to refraction among more than 60,000 asymptomatic Japanese subjects. *J Clin Epidemiol.* 2001; 54: 1151-8.
5. Bourne RR, Sukudom P, Foster PJ et al. Prevalence of glaucoma in Thailand: a population based survey in Rom Klao District, Bangkok. *Br J Ophthalmol.* 2003; 87: 1069-74.
6. Foster PJ, Oen FT, Machin D et al. The prevalence of glaucoma in Chinese residents of Singapore: a cross-sectional population survey of the Tanjong Pagar district. *Arch Ophthalmol.* 2000; 118: 1105-11.
7. Reichel E, Miller D, Blanco E et al. The elastic model of central and perilimbal bovine cornea. *Ann Ophthalmol.* 1989; 21: 205-8.
8. Edmund C. Assessment of an elastic model in the pathogenesis of keratoconus. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1987; 65: 545-50.
9. Orsengo GJ, Pye DC. Determination of the true intraocular pressure and modulus of elasticity of the human cornea in vivo. *Bull Math Biol.* 1999; 61: 551-72.
10. Phillips CI, Quick MC. Impression tonometry and the effect of eye volume variation. *Br J Ophthalmol.* 1960; 44: 149-63.
11. Friedenwald JS. Contribution to the theory and practice of tonometry. *Am J Ophthalmol.* 1937; 20: 985-1024.
12. Herndon LW. Measuring intraocular pressure-adjustment for corneal thickness and new technologies. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006; 17: 115-9.
13. Kirvan 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.
14. 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.
15. Yıldırım R, Oral Y, Bahçecioğlu H. Santral kornea kalınlığı ve göz içi basıncı değerleri arasındaki ilişki. *T Oft Gaz.* 2000; 30: 319-23.
16. Ehlers N. On corneal thickness and intraocular pressure. II. A clinical study on the thickness of the corneal stroma in glaucomatous eyes. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1970; 48: 1107-12.
17. Bochmann F, Ang GS, Azuara-Blanco A. Lower corneal hysteresis in glaucoma patients with acquired pit of the optic nerve (APON). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008; 246: 735-8.
18. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31: 156-62.
19. Touboul D, Roberts C, Kérautret J et al. Correlations between corneal hysteresis, intraocular pressure, and corneal central pachymetry. *J Cataract Refract Surg.* 2008; 34: 616-22.
20. Öztürk F, Kusbeci T, Yavaş G ve ark. Psödo fakik hastalarda oküler response analizör ile ölçülen korneal biyomekanik özelliklerin değerlendirilmesi. *Glo-Kat.* 2009; 4: 84-8.
21. Yüzbaşıoğlu E, Artunay Ö, Utine CA ve ark. Primer açık açılı glokom ve normal tansiyonlu glokomda korneal hysteresis göz içi basıncı ilişkisi. *Glo-Kat.* 2008; 3: 21-4.
22. Kida T, Liu JH, Weinreb RN. Effects of aging on corneal biomechanical properties and their impact on 24-hour measurement of intraocular pressure. *Am J Ophthalmol.* 2008; 146: 567-72.
23. Shah S, Laiquzzaman M, Mantry S et al. Ocular response analyser to assess hysteresis and corneal resistance factor in low tension, open angle glaucoma and ocular hypertension. *Clin Exp Ophthalmol.* 2008; 36: 508-13.
24. Morita T, Shoji N, Kamiya K et al. Intraocular pressure measured by dynamic contour tonometer and ocular response analyzer in normal tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2010; 248: 73-7.
25. Medeiros FA, 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.
26. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Fernandez-Vidal A et al. Ocular response analyzer versus Goldmann applanation tonometry for intraocular pressure measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006; 47: 4410-4.