

Yüksek Miyopi Olgularında Korneal Biyomekanik Özelliklerin Araştırılması

Investigation of Corneal Biomechanical Properties in Patients with High Myopia

Serpil YAZGAN¹, Orhan AYAR¹, M. Orçun AKDEMİR¹, Mehmet TAŞ², Atilla ALPAY³

ÖZ

Amaç: Yüksek miyopi olgularında oküler cevap analizörü kullanılarak korneanın biyomekanik özelliklerini araştırmak.

Gereç ve Yöntem: İleriye dönük randomize-kontrollü çalışmada sferik eşdeğeri (SE) ≥ -6.00 Diyoptri (D) olan 24 olgunun 42 gözü çalışma grubu, yaş-cinsiyet bakımından benzer, $+0.50 \leq SE \leq -2.50$ D olan 27 olgunun 43 gözü kontrol grubu (Grup 1) olarak belirlendi. Çalışma grubu refraktif durumuna göre ikiye ayrıldı ($-6.00 \leq SE \leq -12.00$ D [Grup 2], $SE > -12.00$ D [Grup 3]). Gruplar korneanın biyomekanik özellikleri (korneal histerezis [CH], korneal direnç faktörü [CRF], Goldmann uyumlu göziçi basıncı [IOPg] ve korneadan bağımsız göziçi basıncı [IOPcc]), aksiyel uzunluk (AL) ve merkezi kornea kalınlığı (MKK) bakımından karşılaştırıldı.

Bulgular: AL, CH, CRF, IOPcc ve MKK çoklu grup karşılaştırmasında farklı iken ($p < 0.001$) IOPg benzerdi ($p = 0.321$). CH ve CRF değerleri yüksek miyopi gruplarında düşük saptandı (CHp1-2 = 0.004, p1-3 < 0.001; CRFp1-2 = 0.012, p1-3 < 0.001). IOPcc yüksek miyopi gruplarında yüksek saptandı (p1-2 = 0.049, p1-3 < 0.001). MKK bakımından grup1-3 arasında anlamlı fark varken ($p = 0.002$), grup 1-2 ve grup 2-3 arasında fark bulunmadı (p1-2 = 0.106, p2-3 = 0.719). SE ile CH, CRF, IOPcc ve AL arasında güçlü ilişki saptanırken ($r = -0.554$ $p < 0.001$; $r = -0.428$ $p < 0.001$; $r = 0.402$ $p < 0.001$; $r = 0.916$ $p < 0.001$, sırasıyla) MKK ile orta derecede ilişki mevcuttu.

Tartışma: Çalışmaya göre AL ve SE arttıkça CH ve CRF azalmaktadır. IOPcc ile AL ve SE arasında güçlü pozitif ilişki varken IOPg ile ilişki saptanmamıştır. Belkide korneanın ince olması değil korneanın biyomekanik gücündeki azalma yüksek miyop gözlerde göz içi basıncının (GİB) olduğundan düşük ölçülmesine neden olmaktadır. Bu hastalarda korneanın biyomekanikliğini de göz önünde bulunduran GİB ölçüm yöntemlerinin kullanılması daha uygun olabilir.

Anahtar Kelimeler: Aksiyel uzunluk, korneanın biyomekanik özellikleri; oküler cevap analizörü; yüksek miyopi.

ABSTRACT

Purpose: To investigate corneal biomechanical properties using ocular response analyzer in patients with high myopia.

Material and Method: In this prospective randomized- controlled study 42 eyes of 24 patients with spheric equivalent (SE) ≥ -6.00 Diopters (D) were included in the study group and 43 eyes of 27 age-sex matched patients with $+0.50 \leq SE \leq -2.50$ D were included in the control group (group 1). The study group was divided into two groups according to the refractive power ($-6.00 \leq SE \leq -12.00$ D group 2, $SE > -12.00$ D group 3). Biomechanic properties of cornea (corneal hysteresis [CH], corneal resistance factor [CRF], Goldmann-correlated pressure [IOPg], corneal-compensated pressure [IOPcc]), axial length (AL) and central corneal thickness (CCT) were compared between groups.

Results: AL, CH, CRF, IOPcc and CCT were different in multiple group analysis ($p < 0.001$), IOPg was similar ($p = 0.321$). CH and CRF values were lower in high myopia groups (CHp1-2 = 0.004, p1-3 < 0.001; CRFp1-2 = 0.012, p1-3 < 0.001). IOPcc was higher in high myopia groups (p1-2 = 0.049, p1-3 < 0.001). Between group 1-3, CCT was statistically different ($p = 0.002$) whereas there were no difference between group 1-2, and between group 2-3 (p1-2 = 0.106, p2-3 = 0.719). While there was a strong relation between SE and CH, CRF, IOPcc and AL ($r = -0.554$ $p < 0.001$; $r = -0.428$ $p < 0.001$; $r = 0.402$ $p < 0.001$; $r = 0.916$ $p < 0.001$, respectively) there was a moderate relation with CCT.

Discussion: According to this study CH and CRF values decrease while SE and AL increase. While there is a strong positive relation between IOPcc with AL and SE no relation was with IOPg. So it may be assumed that measuring intraocular pressure (IOP) lower than normal may probably be a result of decrease in corneal biomechanical power. In high myopic patients IOP measurement techniques which take corneal biomechanic properties into consideration should be used.

Key Words: Axial length, corneal biomechanical properties, ocular response analyzer, high myopia.

- 1- M.D. Asistant Professor, Bulent Ecevit University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Zonguldak/TURKEY
YAZGAN S., serpily80@gmail.com
AYAR O., orhanayar@gmail.com
AKDEMİR M.O., doktorcun@yahoo.com
- 2- M.D. Malatya State Hospital, Eye Clinic, Malatya/TURKEY
TAS M., drtasmehmet@hotmail.com
- 3- M.D. Associate Professor, Bulent Ecevit University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Zonguldak/TURKEY
ALPAY A., atillaalpay@gmail.com

Geliş Tarihi - Received: 11.11.2014
Kabul Tarihi - Accepted: 12.01.2015
Glo-Kat 2015;10:267-272

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D. Asistant Professor, Serpil YAZGAN
Bulent Ecevit University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology,
Zonguldak/TURKEY

Phone: +90 505 688 39 68
E-mail: serpily80@gmail.com

GİRİŞ

Miyopi genel olarak patolojik (yüksek miyopi) ve patolojik olmayan (basit) miyopi olmak üzere iki gruba ayrılır. Basit miyopide refraktif güç gözün aksiyel uzunluğu ile ilişkili değildir ve genellikle miyopi derecesi <6 diyoptridir. Patolojik miyopi ilerleyicidir, sferik refraktif değer 6 diyoptrinin üzerinde ve gözün aksiyel uzunluğu >26 mm'dir.¹ Yüksek miyopi kadınlarda daha sık görülür ve neyseki miyopik olguların %3-5'ini oluşturmaktadır.^{2,3} Çünkü yüksek miyopi posteriyor stafilom, retina yırtıkları ve dekolmanı, subretinal neovaskülarizasyon, eğik optik disk, vitreusta likefaksiyon vb., arka segment hastalıkları ve açık açılı glokom, katarakt gibi ön segment hastalıkları bakımından yüksek risk taşımaktadır.⁴ Patolojik miyopinin patogeneğinde skleranın kollajen, elastin ve proteoglikan yapısındaki anormalliklerin varlığı suçlanmaktadır.⁵ Yapılan çeşitli çalışmalar oküler cevap analizörünün (ORA, Reichert, USA) korneanın biyomekanik özelliklerini değerlendirmede başarılı olduğunu göstermişlerdir.⁶⁻⁹ Bu cihaz ile korneal histerezis (CH), korneal direnç faktörü (CRF), Goldmann ile uyumlu göziçi basıncı (IOPg) ve korneadan bağımsız göziçi basıncı (IOPcc) gibi korneanın biyomekanik özelliklerini yansıtan parametreler belirlenmiştir. Korneal direnç faktörü korneanın elastik özelliklerini yansıtır ve merkezi kornea kalınlığı (MKK) ile güçlü bir ilişkisi vardır. Korneal histerezis kollagen lamellanın organizasyonunu ve korneanın viskoz özelliklerini yansıtır.⁷⁻⁹ Yüksek miyopi olgularında skleranın ilerleyici biçimde incelendiği bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı yüksek miyopik olgularda korneanın biyomekanik özelliklerini araştırmak ve sferik refraktif değer ile ilişkisini saptamaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma 2012-2013 yıllarında Malatya Devlet Hastanesi Göz Hastalıkları polikliniği biriminde randomize-prospektif ve karşılaştırmalı olarak yürütüldü. Bütün olgulardan bilgilendirilmiş onam formu alındı. Çalışma protokolü Helsinki bildirgesine göre yürütüldü. Sferik refraktif değeri $+0.50 \leq SE \leq -2.50$ diyoptri (D) kontrol grubu (grup 1) olarak, $SE \geq -6.00$ D olan olgular çalışma grubu olarak seçildi. Çalışma grubu miyop derecesine göre $-6 \leq SE \leq -12$ D olan olgular grup 2 (yüksek miyopi) ve $SE > -12$ D olan olgular grup 3 (çok yüksek miyopi) olmak üzere ikiye ayrıldı. Yaşı <25 ve >55 olan olgular çalışmaya alınmadı. Tip 1-2 Diyabetes Mellitus, sistemik romatolojik hastalıklar, kronik karaciğer yetmezliği, kronik böbrek yetmezliği, kronik akciğer hastalıkları, kollagen doku hastalıkları (Marfan sendromu gibi hiper-mobilite durumları), tam konmuş onkolojik hastalıklar, ileri derecede kardiyovasküler yetmezlik gibi kornea biyomekanik etkilenebilecek hastalıklar sistemik dışlanma kriterleri olarak kabul edildi.

Keratokonus, oküler psödoeksfolyasyon, ön-arka üveit, glokom, endotel yetmezliğine yol açan durumlar (Fuchs, psödofaki-afakik büllöz keratopati, vb.), geçirilmiş oküler travma, <3 ay önce geçirilmiş ön-arka segment cerrahileri, kontakt lens kullanımı gibi durumlar oküler dışlanma faktörleri olarak kabul edildi. Olguların hepsi tam oftalmolojik muayeneden geçirildi. Otofektometre ve sübjektif muayene ile refraktif değer tespiti yapıldı. Snellen eşeline göre en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, yarıkli lamba ön segment biyomikroskopi ve dilate fundus muayenesi yapılarak oküler dışlanma kriterlerine göre hasta ve göz seçimi yapıldı. Grupların aksiyel uzunlukları optik biyometri (Zeiss IOL Master) ile ölçüldü. Merkezi korneal kalınlık ölçümü (MKK) ultrasonik pakimetri cihazı ile yapıldı. Korneanın biyomekanik özelliklerinin ölçümü; korneal histerezis (CH), korneal direnç faktörü (CRF), Goldmann ile uyumlu göz içi basıncı ölçümü (IOPg), korneadan bağımsız göziçi basıncı (IOPcc) gibi parametreler oküler cevap analizörü (ORA, Reichert; Ophthalmic Instruments, Depew, NY, USA) kullanılarak belirlendi. Hastaların tümünde ölçümler, günlük ritim farklılıklarını engellemek için, sabah 09.30 ile 10.30 saatleri arasında yapıldı. Bütün ölçümler aynı kişi tarafından yapıldı.

İstatistiksel Analiz: İstatistiksel değerlendirme SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama±standart sapma, kategorik yapıdaki veriler için sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Kategorik yapıdaki değişkenler bakımından gruplar arasındaki farklılıklar Ki-kare testi ile incelendi. Sayısal değişkenler bakımından üç grubun karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları sağlanıyor ise tek yönlü varyans analizi, sağlanmıyor ise Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı. Tek yönlü varyans analizinde gruplar arasında fark bulunduğu grupların ikişerli karşılaştırılması çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Tukey Testi ile Kruskal-Wallis varyans analizinde alt grupların ikişerli karşılaştırılması ise Dunn's çoklu karşılaştırma testi ile yapıldı. İki sayısal değişken arasındaki ilişki parametrik test varsayımları sağlandığında Pearson korelasyon analizi ile sağlanmadığında ise Spearman korelasyon analizi ile incelendi ve $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmada kontrol grubunda 27 olgunun 43 gözü ($n=43$) ve çalışma gruplarından grup 2'de 11 olgunun 21 gözü ($n=21$) ve grup 3'de 13 olgunun 21 gözü ($n=21$) değerlendirildi. Kontrol grubunda 15 erkek (%55.5) ve 12 kadın (%45.5), grup 2'de 5 kadın (%45) ve 6 erkek (%55), grup 3'te 8 kadın (%62) ve 5 erkek (%38) yer aldı. Üç grup arasında cinsiyet bakımından fark bulunmadı ($p=0.259$).

Grupların yaş ortalaması sırasıyla kontrol grubunda 37.59±8.69 yıl, grup 2'de 39.45±8.06 yıl ve grup 3'te 41.84±7.85 yıl olup gruplar arasında yaş bakımından fark saptanmadı (p=0.217). Sferik eşdeğer sırasıyla kontrol grubunda -0.35±1.01 D, grup 2'de -8.78±1.38 D ve grup 3'te -14.91± 3.04 D değerindeydi (p<0.001, Tablo 1). Aksiyel uzunluk grup 1'de 23.04±0.52 mm, grup 2'de 26.97±0.91 mm ve grup 3'te 29.28±1.44 mm saptandı (p<0.001). İkili grup karşılaştırmalarında AL bakımından her üç grup arasındaki fark anlamlıydı (grup 1-2, grup 1-3 ve grup 2-3 için p <0.001). CH değeri; kontrol grubunda 10.47±1.50 mmHg, grup 2'de 8.81±1.60 mmHg ve grup 3'te 7.91±1.33 mmHg saptandı (p<0.001). İkili grup karşılaştırmasında CH bakımından grup 1-2 ve grup 1-3 arasında anlamlı fark saptanırken (sırasıyla p= 0.004, <0.001) grup 2-3 arasında fark yoktu (p=0.268). CRF değeri; kontrol grubunda 10.62±1.65, grup 2'de 9.35±1.69 mmHg ve grup 3'te 8.68±1.49 saptandı (p<0.001). İkili grup karşılaştırmasında CRF bakımından grup 1-2 ve grup 2-3 arasındaki fark anlamlı iken (sırasıyla p=0.012, <0.001) grup 2-3 arasında fark saptanmadı (p=0.379). IOPg değeri; kontrol grubunda 16.01±2.91 mmHg, grup 2'de 16.87±2.45 mmHg ve grup 3'te 16.47±3.04 olup üç grup arasında anlamlı fark saptanmadığı için (p=0.321) ikili karşılaştırma yapılmadı. IOPcc değeri; kontrol grubunda 16.35±2.73 mmHg, grup 2'de 18.01±2.38 mmHg ve grup 3'te 19.2±2.58 mmHg olup üç grup arasında anlamlı fark saptandı (p<0.001). İkili karşılaştırmada IOPcc değeri grup 1-2 ve grup 1-3 arasında anlamlı derecede farklıydı (sırasıyla p=0.049 ve <0.001), grup 2-3 arasında fark saptanmadı (p=0.106).

Merkezi kornea kalınlığı kontrol grubunda 556.09±18.46 µm, grup 2'de 541.00±35.16 µm ve grup 3'de 537.80±25.22 µm olup üç grup arasındaki fark anlamlıydı (p=0.001). İkili karşılaştırmada MKK bakımından grup 1-2 ve grup 2-3 arasında fark saptanmazken (sırasıyla p= 0.106, =0.719) grup 1-3 arasındaki fark anlamlıydı (p=0.002), (Tablo 2,3). Korelasyon analizinde SE ve AL ile CH ve CRF arasında güçlü negatif korelasyon saptandı (SE-CH; r=-0.554/p<0.001, SE-CRF; r=-0.428/p<0.001, AL-CH; r=-0.539/p<0.001, AL-CRF; r=-0.429/p<0.001). SE ve AL ile MKK arasında orta derece negatif korelasyon saptandı (SE ile MKK; r=-0.385, p=0.001, AL ile MKK; r=-0.323/p=0.003). SE ve AL ile IOPcc arasında güçlü pozitif korelasyon saptandı (SE ile IOPcc; r=0.402, p<0.001, AL ile IOPcc; r=0.453/p<0.001). AL ve SE arasında çok güçlü pozitif korelasyon saptandı (r=0.916, p<0.001), (Tablo 4). IOPg ile AL, SE ve MKK arasında ilişki saptanmadı (IOPg ile SE; r=0.114/p=0.300, IOPg ile AL; r=0.202/p=0.063, IOPg ile MKK; r=0.168/p=0.124).

TARTIŞMA

Korneal histerezis ORA cihazı ile ölçülebilen, korneanın viskozitesi hakkında fikir veren ve korneanın stromal kollajen organizasyonunu yansıtan biyomekanik bir parametredir. Korneal histerezis merkezi kornea kalınlığından etkilenmez. Bu parametrenin ölçülebilmesi korneanın biyomekanikliğinin anlaşılması ve bunun göz içi basıncı ölçüm yöntemlerinin üzerindeki etkisini anlamada anahtar rol oynamıştır.⁶⁻⁹

Tablo 1: Kontrol grubu ve miyopi gruplarının demografik (yaş, cinsiyet) ve refraktif özellikler bakımından karşılaştırılması.

	Kontrol (grup 1) n=43	Yüksek miyopi 6-12 D (Grup 2) n=21	Yüksek miyopi >12 D (Grup 3) n=21	P değeri
Yaş (yıl)	37.59±8.69	39.45±8.06	41.84± 7.85	0.217
Cinsiyet				
Kadın	12 (%44.4)	5 (%45)	8 (%62)	0.259
Erkek	15 (%55.5)	6 (%55)	5 (%38)	
Sferik eşdeğer (Diyoptri)	-0.35±1.01	-8.78±1.38	-14.91±3.04	<0.001

Tablo 2: Kontrol grubu ve yüksek miyopi gruplarının AL, korneanın biyomekanik özellikleri ve MKK bakımından çoklu karşılaştırılması.

Parametre	Kontrol Grubu (Grup 1)	Yüksek miyopi 6-12 D (Grup 2)	Yüksek miyopi >12 D (Grup 3)	P değeri
AL (mm)	23.04±0.52	26.97±0.91	29.28±1.44	<0.001
CH (mmHg)	10.47±1.50	8.81±1.60	7.91±1.33	<0.001
CRF (mmHg)	10.62±1.65	9.35±1.69	8.68±1.49	<0.001
IOPg (mmHg)	16.01±2.91	16.87±2.45	16.47±3.04	0.321
IOPcc(mmHg)	16.35±2.73	18.01±2.38	19.2±2.58	<0.001
MKK (µM)	556.09±18.46	541.00±35.16	537.80±25.22	=0.001

AL; Aksiyel Uzunluk, CH; Korneal Histerezis, CRF; Korneal Direnç Faktörü, IOPg; Goldmann ile korele göz içi basıncı, IOPcc: korneadan bağımsız göz içi basıncı, MKK; Merkezi Kornea Kalınlığı.

Tablo 3: Çoklu karşılaştırmada anlamlı fark çıkan parametrelerin ikili Grup karşılaştırması (Kruskal Wallis [Dunn testi] veya tek yönlü varyans analizi [Tukey testi]).

Parametre	Grup 1-2 p değeri	Grup 1-3 p değeri	Grup 2-3 p değeri	P değeri
AL (mm)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
CH	0.004	<0.001	0.268	<0.001
CRF	0.012	<0.001	0.379	<0.001
IOPcc	0.049	<0.001	0.106	0.321
MKK (μ M)	0.106	0.002	0.719	<0.001

AL; Aksiyel Uzunluk, CH; Korneal Histerezis, CRF; Korneal Direnç Faktörü, IOPg; Goldmann ile korele göziçi basıncı, IOPcc; korneadan bağımsız göziçi basıncı, MKK; Merkezi Kornea Kalınlığı.

Oküler cevap analizörü kornea üzerine hızlı bir hava uyarısı gönderir ve korneanın deformasyonunu ileri bir elektro-optik sistem aracılığıyla kaydeder. Hassas bir şekilde gönderilen hava uyarısı ile kornea içe doğru hareket eder, düzleşir ve hafif bir içe çökme meydana gelir. Milisaniyeler sonra hava pompası kapanır ve basınç yumuşak bir şekilde azalır. Basınç azalırken kornea normal şekline geri döner. Hava basıncının doğal dinamiği ve korneanın visköz özellikte olması nedeniyle kornea içe doğru hareket ederken ve dışa doğru normal pozisyonuna gelirken doğal bir gecikme olur ve bu nedenle iki farklı basınç değeri oluşur (P_1 ve P_2). Bu iki basınç farkı korneanın visköz özelliğine göre değişir ve 'korneal histerezis' olarak adlandırılır.⁶⁻⁹ Hem CH hem de CRF değerinin korneanın biyomekanik özelliklerini yansıtan iyi birer belirleyici oldukları gösterilmiştir.⁷⁻⁹ Korneanın yapısı yaşla birlikte değişime uğradığı için CH ve CRF'nin yaşa göre nasıl değişim gösterdiği bilinmelidir. Yaş ilerledikçe korneanın kollajen çapraz bağlarının sayısında artış olur ve kornea daha sert ve güçlü bir yapı kazanır. Fakat bu sertleşme korneanın viskoelastik yanıtını azaltır. Korneanın biyomekanikliğinin yaş ve günlük ritimle nasıl değiştiğini inceleyen bir çalışmada CH ve CRF değerlerinin yaş ile azaldığı ve diurnal değişim gösterdiği belirtilmiştir.¹⁰ Çalışmamızda her üç grubun yaş bakımından benzer olmasına ve ölçümlerin bütün hasta gruplarında aynı saatler içinde (sabah 09.30-10.30) yapılmasına dikkat edildi. ORA ile belirlenen iki basınç değerinin (P_1 ve P_2) aritmetik ortalaması Goldmann ile uyumlu GİB değerini verir (IOPg).

Oküler cevap analizörü ikinci bir göziçi basıncı değeri daha belirler ve korneadan bağımsız GİB değeri (IOPcc) olarak adlandırılır. Yapılan çalışmalarda IOPcc değerinin Goldmann aplanasyon tonometrisine göre daha gerçek bir GİB ölçümü sağladığı belirtilmiş ve korneanın biyomekanik özelliklerinden ve kalınlığından bağımsız olduğu iddia edilmiştir.⁶⁻⁹ Degeneratif miyopide sferik refraktif değer >-6 D ve genellikle aksiyel uzunluk >26 mm'dir. Göz küresi yumurta biçiminde uzar, bu uzama ilerleyicidir ve gözün arka kutup bölgesinin bu uzamadan daha çok etkilendiği düşünülür. Yüksek miyopide aksiyel uzunluğun artması ile sklerada, koroid tabakasında ve retinada gerilme, incelme, beslenme bozuklukları ve dejenerasyon ortaya çıkar.¹¹ Yapılan çalışmalarda bu olgularda kollajen fibril çaplarının azaldığı, çeşitlendiği ve sık görülmeyen şekillerde liflerin ortaya çıktığı gösterilmiştir. Ayrıca çok ince fibril gruplarının arttığı ve ektazik sklerada fibriller arası boşlukta anormal proteoglikan bileşimi varlığı saptanmıştır.¹² Sklera proteoglikanlarının sentezinin artması ve özellikle arka sklerada birikmesiyle ilişkili olarak aksiyel uzunluğun arttığı belirtilmiştir.⁵ Patogenetik mekanizma tam olarak açıklanamamakla birlikte hem genetik hem de çevresel faktörler suçlanmaktadır. Dejeneratif miyopinin ilerlemesinin durdurulması ve arka kutbun desteklenmesi için skleroplasti gibi yöntemler denenmiş ancak uzun dönem sonuçları tartışmalı bulunmuştur.¹³

Tablo 4: Pearson veya Spearman Korelasyon Analizi sonuçları.

Parametre	SE (r/p değeri)	AL (r/p değeri)	MKK (r/p)
CH (mmHg)	-0.554/<0.001	-0.539/<0.001	0.535/<0.001
CRF (mmHg)	-0.428/<0.001	-0.429/<0.001	0.533/<0.001
IOPcc (mmHg)	0.402/<0.001	0.453/<0.001	-0.108/0.327
IOPg (mmHg)	0.114/0.300	0.202/0.063	0.168/0.124
MKK (μ M)	-0.385/0.001	-0.323/0.003	
AL (mm)	0.916/<0.001		-0.323/0.003
SE (D)		0.857/<0.001	-0.363/0.001

SE; Sferik refraktif değer (sferik eşdeğer), AL; Aksiyel Uzunluk, CH; Korneal Histerezis, CRF; Korneal Direnç Faktörü, IOPg; Goldmann ile korele göziçi basıncı, IOPcc; korneadan bağımsız göziçi basıncı, MKK; Merkezi Kornea Kalınlığı.

Luo ve ark.,¹⁴ optik koherens tomografi ile maküla hacmi ve kornea kalınlığı ile refraksiyon ve AL arasındaki ilişkiyi araştırmış ve aksiyel miyopi arttıkça maküla hacminde ve parafoveal kalınlıkta azalma saptamışlardır. Yüksek miyopinin retina dokusunda oluşturduğu incelmeye bağlı gelişen yırtıklar ve retina dekolmanı, Bruch membranında çatlaklar ve buna ikincil koroid neovaskülarizasyonu, optik diskte anormallikler (posteriyor stafilom ve eğik optik disk) gibi önemli arka segment patolojileri nedeniyle çalışmalar daha çok sklera ve retina üzerinde yoğunlaşmıştır. Ön segment bulguları olarak da derin ön kamara, daha düz kornea, pupillanın geniş ve ışık yanıtının zayıf olması, açık açılı glokoma yatkınlık gibi bulgular mevcuttur.¹⁵ Son yıllarda korneanın biyomekanik özelliklerini değerlendirebilen oküler cevap analizörünün kullanılmasıyla birlikte yüksek miyopik hastaların korneal biyomekanik özelliklerinin araştırılması da mümkün olabilmektedir. Düşük CH değeri korneanın yumuşak ve zayıf olduğu anlamına gelir. Yüksek miyopide gözde anormal uzamaya bağlı korneal düzleşme ve incelmeye olduğu için yapılan birçok çalışmada miyopik gözlerde CH ve CRF değerinde ve oküler sertlikte farklılık saptanmıştır. Pediyatrik yaş grubu ile sınırlandırılmış bazı çalışmalar CH ve miyopi arasında tartışmalı sonuçlar elde etmişlerdir.¹⁶⁻¹⁸ Chang ve ark.,¹⁶ CH ve CRF değerlerinin AL ve ön kamara derinliği ile negatif ilişki gösterdiğini saptamışlar ve korneanın kurlatürü ile ilişki bulamamışlardır. Lim ve ark.,¹⁷ pediyatrik yaş grubu üzerinde yaptıkları bir diğer çalışmada CH ve CRF değerlerinin sferik refraktif değer ve AL ile herhangi bir ilişki olmadığı belirtilmiş ve korneal kurlatür düzleştikçe CH ve CRF değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Huang ve ark.,¹⁸ okul çocuklarında yaptıkları çalışmada refraktif hata değeri ile CRF arasında ilişki saptanmamış, CH ve refraktif hata arasında ise orta derecede ilişki saptanmıştır. Bu üç çalışmanın ortak yanı pediyatrik hasta grubu üzerinde yapılmış olması ve olguların Asya ırkına mensup olmasıdır. Bizim çalışma 25-55 yaş arası erişkin grup ile yapıldı ve yüksek miyopik çocuk hastalar çalışma grubunda yer almadı. Shen ve ark.,¹⁹ yaptığı bir çalışmada CH değeri yüksek miyopik hastalarda daha düşük saptanmış fakat CRF ve MKK ile ilgili bir farklılık saptanmamıştır. Ancak bu çalışmada yaş aralığı 11-63 yaş olup yaş dağılımı geniş aralıktadır ve korneanın biyomekaniklerinin yaştan etkilendiği bilinmektedir.^{8,10,19} Yine Jiang ve ark.,²⁰ yaptığı bir çalışmada CH değeri yalnızca yüksek miyopi grubunda düşük bulunmuş ve refraksiyon ile CH ve CRF arasında pozitif ilişki saptanmıştır. CH ve CRF nin IOPcc ve IOPg ile negatif ilişkili olduğu saptanmış ve yüksek miyopi grubunda glokom riskinin arttığı iddia edilmiştir. Bu çalışmada da yaş aralığı 11-65 olup gruplar yaş bakımından benzer değildir, yüksek miyopi grubunun yaş ortalaması düşük ve orta miyopi gruplarından anlamlı derece yüksektir.²⁰

Plakitsi ve ark.,²¹ yaptığı bir diğer çalışmada CH değeri yüksek miyopik hastalarda hafif düşük bulunmuş fakat CRF ile ilişki saptanmamıştır, IOPcc değeri yüksek miyopi grubunda yüksek saptanmıştır. Altan ve ark.,²² 25 yaş üstü miyopik hastalar ile yaptıkları çalışmada AL arttıkça IOPcc'nin arttığı ve CH'in azaldığı ve çok yüksek miyopik olgularda CH ve CRF'nin azaldığı belirtilmiş ve bu durumun GİB ölçümünü etkileyebileceği bildirilmiştir. Yine Del Buey ve ark.,²³ yaptığı bir çalışmada IOPcc değeri hem yüksek miyopi hem de çok yüksek miyopi grubunda yüksek saptanmıştır. Altan ve ark.,²² çalışmasında IOPg ve IOPcc değeri MKK ile önemli ölçüde korele saptanmıştır. Del Buey ve ark.,²³ çalışmasında ise IOPg ve IOPcc ile CH arasında korelasyon saptanırken MKK ile ilişki saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda MKK bakımından kontrol grubu ile yüksek miyopi grubu arasında fark saptanmazken çok yüksek miyopi grubunda MKK değeri anlamlı düşük saptandı. Yüksek miyopi grubu ile çok yüksek miyopi grubu arasında MKK bakımından fark saptanmadı. Oysa korneadan bağımsız göz içi basıncını yansıtan IOPcc değeri kontrol grubuna göre hem yüksek miyopi grubunda hem de çok yüksek miyopi grubunda anlamlı yüksek saptandı. CH ve CRF parametreleri bakımından da kontrol grubuna göre her iki yüksek miyopi grubunda da azalma saptandı. Goldmann ile korele göz içi basıncı değerini gösteren IOPg değeri ise üç grup arasında benzer değerde saptandı. Yani MKK değeri ve IOPg değeri kontrol grubunda ve yüksek miyopi grubunda benzer bulunduğu halde IOPcc değeri yüksek miyopi grubunda yüksek saptanmıştır. Bu farklılık korneanın biyomekanikindeki azalmadan kaynaklanabilir. Bu durumda MKK'dan bağımsız olarak korneanın biyomekanikindeki değişimle ilişkili olarak GİB ölçümü etkilenebilir. Miyopi grubu kendi içinde değerlendirildiğinde; AL ve sferik refraktif değer çok yüksek miyopi grubunda anlamlı derecede yüksek saptanmıştır. Buna karşın MKK, CH ve CRF değerleri çok yüksek miyopi grubunda daha düşük değerde saptanmasına rağmen bu farkın istatistiksel anlamı bulunmamıştır. Yine IOPcc değerinin ortalaması çok yüksek miyopi grubunda daha yüksek olmasına rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuçlar miyopi grubundaki hasta sayısının az olması ile ilişkili olabilir. Yapılan çoğu çalışmada^{22,24} olduğu gibi bizim çalışmada da AL ile IOPcc arasında önemli pozitif ilişki saptandı ancak IOPg ile AL arasında korelasyon saptanmadı. Yine yapılan bir çok çalışmada^{10,23,25} olduğu gibi MKK ve CH arasında güçlü pozitif korelasyon saptandı ancak birçok çalışmanın aksine^{22,23} MKK ile CRF arasında da güçlü pozitif korelasyon saptandı.

Özetleyecek olursak; çalışmamızın sonuçlarına göre CH, CRF ve MKK parametreleri AL ile ve SE ile negatif ilişkili saptanmıştır. IOPcc değeri ile AL ve SE arasında ise pozitif ilişki saptanmıştır. Oysa IOPg ile gözün sferik eşdeğeri ve aksiyal uzunluğu arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

Yine MKK ile CH ve CRF arasında güçlü pozitif ilişki saptanırken IOPg ve IOPcc ile MKK arasında anlamlı ilişki saptanamamıştır. MKK'nın yüksek miyopik gözlerde daha ince olduğu ve göziçi basıncı ile negatif korele olduğu bizim çalışmada olduğu gibi diğer çalışmalarda da doğrulanamamıştır.²⁶

Bu sonuçları yorumladığımızda kornea kalınlığından bağımsız olarak gözün sferik refraktif değeri ve gözün aksiyal uzunluğu arttıkça IOPcc değeri artmaktadır, korneanın biyomekanik gücü azalmaktadır. Tek başına applanasyon yöntemini kullanarak yapılan GİB ölçümlerinde kornea kalınlığına göre düzeltme yapılmaktadır. Oysa bizim çalışmanın sonuçlarına göre kornea kalınlığı normal olduğu halde korneanın biyomekanikindeki zayıflama nedeniyle yüksek miyopik gözlerde GİB değeri gerçekte olduğundan daha düşük değerde saptanabilir. Bu netice bize özellikle yüksek miyopili hastalarda korneanın biyomekanik özelliklerinin de gözününe alındığı göziçi basıncı ölçüm yöntemlerinin benimsenmesi gerektiğini düşündürmektedir. Miyopik gözlerde normal gözlere kıyasla artmış primer açık açılı glokom riskinin olduğu bilinmektedir. Ancak mekanizma bu güne kadar net bir şekilde aydınlatılamamıştır.²⁷⁻³⁰ Yüksek miyopili hastalarda 'eğik optik disk, posteriyor stafilom, büyük optik disk' gibi optik diskin anormal görünümüne neden olacak anormallikler yaygın olduğu için bu olgularda optik sinir muayene yöntemleri ile glokom varlığını saptamak çoğunlukla güçlük arz etmektedir.^{31,32} Yüksek miyopili hastalarda hem açık açılı glokomun daha sık görülmesi hem de optik sinir anormalliklerinden dolayı erken tanının güç olması nedeniyle göziçi basıncı ölçüm yöntemlerinin güvenilir olması çok önemlidir. Böylece bu hasta gruplarında glokomu erken saptayabilmek için yalnızca merkezi kornea kalınlığına göre düzeltilmiş Goldmann bazlı ölçüm yöntemleri değil korneanın biyomekanik özelliklerinin de göz önüne alındığı GİB ölçüm yöntemleri benimsenmelidir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Friedman NJ, Kaiser PK. Essentials of Ophthalmology. Philadelphia, PA: Elsevier Inc 2007:253-4.
- Özçetin H: Pratik Göz Hastalıkları. Nobel&Güneş Kitabevi, Bursa, 2000:13-25.
- Hu DN. Prevalence and mode of inheritance of major genetic eye diseases in China. J Med Genet 1987;24:584-8.
- Curtin BJ, Karlin DB. Axial length measurements and fundus changes of the myopic eye. I. The posterior fundus. Trans Am Ophthalmol Soc 1970;68:312-34.
- Rada JA, Thoft RA, Hassell JR. Increased aggrecan (cartilage proteoglycan) production in the sclera of myopic chicks. Dev Biol 1991;147:303-12.
- Chihara E. Assessment of true intraocular pressure: the gap between theory and practical data. Surv Ophthalmol 2008;53:203-18.
- Kotecha A. What biomechanical properties of the cornea are relevant for the clinician? Surv Ophthalmol 2007;52:109-14.
- Kotecha A, Elsheikh A, Roberts 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.
- Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. J Cataract Refract Surg. 2005;31:156-62.
- 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.
- Hayashi K, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Long-term pattern of progression of myopic maculopathy: a natural history study. Ophthalmology 2010;117:1595-611.
- Curtin BJ, Iwamoto T, Renaldo DP. Normal and staphylomatous sclera of high myopia. An electron microscopic study. Arch Ophthalmol 1979;97:912-5.
- Yazar Z, Kargı Ş. Dejeneratif miyopide skleranın durumu ve skleroplasti. Ret-Vit. 2003;11:184-94.
- Luo HD, Gazzard G, Fong A, et al. Myopia, axial length, and OCT characteristics of the macula in Singaporean children. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:2773-81.
- Aydın P, Akova YA: Degeneratif miyopide göz bulguları, temel göz hastalıkları, 2. Baskı, Ankara, Güneş Tıp Kitabevi 2011:108-9.
- Chang PY, Chang SW, Wang JY. Assessment of corneal biomechanical properties and intraocular pressure with the Ocular Response Analyzer in childhood myopia. Br J Ophthalmol 2010; 94:877-81.
- Lim L, Gazzard G, Chan YH, et al. Cornea biomechanical characteristics and their correlates with refractive error in Singaporean children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008;49: 3852-7.
- Huang Y, Huang C, Li L, et al. Corneal biomechanics, refractive error, and axial length in Chinese primary school children. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:4923-8.
- Shen M, Fan F, Xue A, et al. Biomechanical properties of the cornea in high myopia. Vision Res 2008;48:2167-71.
- Jiang Z, Shen M, Mao G, et al. Association between corneal biomechanical properties and myopia in Chinese subjects. Eye (Lond). 2011;25:1083-9.
- Plakitsi A, O'Donnell C, Miranda MA, et al. Corneal biomechanical properties measured with the Ocular Response Analyser in a myopic population. Ophthalmic Physiol Opt 2011;31:404-12.
- Altan C, Demirel B, Azman E, et al. Biomechanical properties of axially myopic cornea. Eur J Ophthalmol 2012;22:24-8.
- Del Buey MA, Lavilla L, Ascaso FJ, et al. Assessment of corneal biomechanical properties and intraocular pressure in myopic spanish healthy population. J Ophthalmol 2014;2014:905129.
- Song Y, Congdon N, Li L, et al. Corneal hysteresis and axial length among Chinese secondary school children: the Xichang Pediatric Refractive Error Study (X-PRES) report no. 4. Am J Ophthalmol 2008;145:819-26.
- Shah S, Laiquzzaman M, Cunliffe I, et al. The use of the Reichert ocular response analyser to establish the relationship between ocular hysteresis, corneal resistance factor and central corneal thickness in normal eyes. Cont Lens Anterior Eye 2006;29:257-62.
- Fam HB, How AC, Baskaran M, et al. Central corneal thickness and its relationship to myopia in Chinese adults. Br J Ophthalmol 2006;90:1451-3.
- Cho HK, Kee C. Population-based glaucoma prevalence studies in Asians. Surv Ophthalmol 2014;59:434-47.
- Kim MJ, Kim MJ, Kim HS, et al. Risk factors for open-angle glaucoma with normal baseline intraocular pressure in a young population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Clin Experiment Ophthalmol 2014;16.
- Ma F, Dai J, Sun X. Progress in understanding the association between high myopia and primary open-angle glaucoma. Clin Experiment Ophthalmol 2014;42:190-7.
- Gentle A, Liu Y, Martin JE, et al. Collagen gene expression and the altered accumulation of scleral collagen during the development of high myopia. J Biol Chem 2003;9:278:16587-94.
- Saw SM, Gazzard G, Shih-Yen EC, et al. Myopia and associated pathological complications. Ophthalmic Physiol Opt 2005;25:381-91.
- Choi YJ, Jeoung JW, Park KH, et al. Glaucoma detection ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness by spectral-domain optical coherence tomography in high myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 2013;28;54:2296-304.