

Sağlıklı Olgularda Korneal Biyomekanik Özellikler ve Optik Sinir Başı Parametreleri Arasındaki İlişki

The Relationship Between Corneal Biomechanical Properties and Optic Nerve Head Parameters in Healthy Subjects

Necip KARA¹, Hasan ALTINKAYNAK², Ökkeş BAZ², Hüseyin DÜNDAR², Kemal YÜKSEL², Ahmet DEMİROK³

Klinik Çalışma

Original Article

ÖZ

Amaç: Sağlıklı olgularda kornea biyomekanik özellikleri ile optik sinir başı parametreleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Çalışma kapsamına 46 sağlıklı hastanın 46 gözü alındı. Tüm olgulara detaylı oftalmolojik muayene yapıldı. Tüm olguların ultrasonik biyomikroskopi ile elde edilmiş santral kornea kalınlık (SKK) ölçümü, Oküler cevap analizörü ile ölçülmüş korneal biyomekanik özellikleri ve Optik kohorens tomografi ile ölçülmüş optik sinir başı parametreleri elde edildi. Korneal biyomekanik özellikler ile optik sinir başı parametreleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi kullanılarak değerlendirildi.

Bulgular: Otuz iki kadın ve 14 erkek olgunun yaş ortalaması 56.8 ± 9.1 idi. Olgular korneal histerezis, korneal rezistans faktör gibi korneal biyomekanik özellikleri ile ve cup-disk oranı, rim alanı, rim hacmi, çukurluk alanı, çukurluk hacmi, optik sinir başı alanı gibi optik disk başı parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p > 0.05$). Ayrıca, SKK ile optik sinir başı parametreleri arasında da anlamlı bir ilişki yoktu ($p > 0.05$).

Sonuç: Normal olgularda korneal biyomekanik özellikler optik sinir başı parametreleri ile anlamlı bir ilişki göstermemektedir.

Anahtar Kelimeler: Optik sinir başı, santral kornea kalınlığı, korneal histerezis.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the relationship between corneal biomechanical properties and parameters of optic nerve head in healthy subjects

Materials and Methods: Forty-six eyes of 46 subjects were enrolled in this study. Central corneal thickness measured with ultrasonic pachymetry, corneal biomechanical properties measured with ocular response analyzer, and optic nerve parameters measured with optic coherence tomography were obtained from all subjects. The relationship between corneal biomechanical parameters and optic nerve head parameters were evaluated with Pearson's correlation test.

Results: Mean age of 32 female and 14 male was 56.8 ± 9.1 years. No significant relationship was found between corneal biomechanical properties such as corneal hysteresis and optic nerve head parameters such as disc area, rim area, rim volume, cup area, cup volume, and cup to disc ratio ($p > 0.05$). Also, there is not significant correlation between CCT and optic nerve head parameters ($p > 0.05$).

Conclusions: The corneal biomechanical properties is not significantly correlated with the optic nerve head parameters in healthy subjects.

Key Words: Optic nerve head, central corneal thickness, corneal hysteresis.

Glo-Kat 2011;6:215-218

Geliş Tarihi : 23/07/2011

Kabul Tarihi : 27/10/2011

Received : July 23, 2011

Accepted : October 27, 2011

- 1- Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Uz. Dr. Asist. Dr.
- 2- Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Asist. Dr.
- 3- Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Prof. Dr.

- 1- M.D. Bakırköy Training and Research Hospital, Eye Clinic İstanbul/TURKEY KARA N.,
- 2- M.D. Asistant, Beyoğlu Eye Education and Research Hospital, İstanbul/TURKEY ALTINKAYNAK H., altinkaynak167@yahoo.com BAZ Ö., dr.bazokkes@hotmail.com DÜNDAR H., dr.h_dundar@hotmail.com YÜKSEL K., drkema168@gmail.com
- 3- M.D. Professor, Beyoğlu Eye Education and Research Hospital, İstanbul/TURKEY DEMİROK A., ahdemirok@hotmail.com

Correspondence: M.D. Asistant, Hasan ALTINKAYNAK Beyoğlu Eye Education and Research Hospital, İstanbul/TURKEY

GİRİŞ

Korneanın yapısal özellikleri ile glokom ve göz içi basınç (GİB) ölçümü arasındaki ilişki sürekli araştırılan bir konu olmuştur. Aplanasyon tonometrisi ile ölçülen GİB değeri, santral kornea kalınlığı (SKK) ve kornea eğrilik yarıçapından etkilenmektedir. Bununla birlikte özellikle SKK'nın glokom hastalarında, hastalığın progresyonu üzerinde etkiliği olduğu ve düşük SKK'nın glokom hastalığının progresyonunda negatif etkisi olduğu bildirilmektedir.^{1,2} Günümüzde glokomun tanı ve takibi GİB ölçümü, görme alanı ve optik sinir başının değerlendirilmesi ile yapılmaktadır.

Optik sinir yüzeyinin değerlendirilmesinde, genellikle klinik muayene ve çeşitli diagnostik araçlar kullanılmaktadır. Optik kohorens tomografi (OKT) optik disk başını değerlendirmede güncel bir yöntemdir. Optik sinir merkezinden geçen 30 derece aralıklı 6 radyal OKT kesiti kullanılarak optik sinir başı ve optik sinir çukurunun topografik haritası çıkarılabilmektedir.

Pigment epitelinin bulunduğu düzlemin 150 μm üzerinden geçen tranvers hattın altında kalan bölge disk çukurluğu (cupping) olarak kabul edilmekte ve bu şekilde cup-disk oranı, rim alanı, rim hacmi, cup alanı, cup hacmi hesaplanabilmektedir. Glokom tanı ve takibinde çok önemli olan bu parametreler böylece, objektif bir şekilde elde edilebilmektedir.

Son yıllarda korneanın yapısal özellikleri ile optik disk yüzeyi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan birçok araştırma mevcutken³⁻¹⁰, korneanın biyomekanik özellikleri ile optik disk yüzeyi ilişkisi konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Günümüzde korneanın biyomekanik özelliklerinin değerlendirilmesi, Oküler Cevap Analizörü (ORA-Ocular Response Analyzer, Reichert Ophthalmic Instruments, Buffalo, USA) ile yapılabilmektedir. OCA cihazı ile kornea histerezis (KH), korneal rezistans faktör (KRF), korneanın biyomekanik özellikleri ile kompanse edilmiş GİB değeri (GİBkk) ve Goldmann ile uyumlu GİB (GİBg) değeri elde edilmektedir. Özellikle KH'nin optik disk üzerinde meydana gelen değişikliklerde ve görme alanı progresyonunda belirleyici bir faktör olduğu belirtilmektedir.^{2,4,9,11}

Biz bu çalışmada sağlıklı kişilerde, SKK ve kornea biyomekanik özellikler ile optik disk başı parametreleri arasındaki ilişkiyi değerlendirdik.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu kesitsel çalışma Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesinde yapıldı. Çalışmaya 46 hastanın 46 gözü dahil edildi. Hastaların tamamına detaylı bir oftalmolojik muayene yapıldı.

Otorefraktometri, snellen eşeli ile düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEGK), Goldmann aplanasyon tonometrisi ile GİB ölçümü (GİBGAT), biyomikroskopik ön segment muayenesi, dilate fundus muayenesi, Humphrey SITA 24-2 (Humphrey Instruments, San Leandro, Cali-

fornia) ile görme alanı ölçümü, OKT ile optik sinir başı analizi, ultrasonik pakimetri ile SKK ölçümü, OCA ile de korneal biyomekanik ölçümleri yapıldı. Görme keskinliği kaybı olan, oküler cerrahi geçirmiş olan, travma hikayesi olan, glokom ve glokom şüphesi olan, keratokonus ve bağ dokusu hastalıkları gibi korneal biyomekaniği etkileyen hastalığı bulunanlar, optik diskte patolojik bulgusu olanlar, görme alanında glokomatöz bulguları olanlar, kontakt lens kullanım hikayesi olanlar, oküler inflamatuvar hastalığı olanlar, suni gözyaşı dışında topikal ilaç kullanan olgular çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

OCA ölçümü, özel bir oda içerisinde deneyimli bir klinisyen tarafından uygulandı. Her bir hasta için sinyal değerleri birbirine yakın 3 adet ölçüm yapıldı. Güvenilir olmayan atipik sinyaller değerlendirilmeye alınmadı. Analiz için her parametrenin ortalama değerleri kullanıldı. OCA cihazı ile KH, KRF, (GİBkk) ve GİBg değeri elde edildi. Optik sinir başı analizi yine deneyimli bir klinisyen tarafından yapıldı.

Stratus OKT 3000 (Model 3000; Carl Zeiss Meditec, Almanya) ile gerçekleştirilen ölçümlerde hasta pupillaları, %0.5'lik tropikamid ve %1'lik siklopentolat damla ile genişletildikten sonra fast optik disk modunda ölçümler gerçekleştirildi. Optik sinir merkezinden geçen 30 derece aralıklı 6 radyal OKT kesiti kullanılarak optik sinir başı ve optik sinir çukurunun topografik haritası çıkarıldı ve cup-disk oranı, rim alanı, rim hacmi, çukurluk alanı, çukurluk hacmi, optik sinir başı alanı hesaplandı.

Tüm istatistiksel analizler SPSS 16.0 (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi) programı kullanılarak yapıldı. Tek Örneklem Kolmogorov Smirnov Testi ile verilerin normal dağılıma uyup uymadığı tespit edildi. Dağılımların normal olması nedeniyle parametrik testler tercih edildi.

Korneal parametreler ve optik disk parametreleri arasındaki ilişki Pearson's korelasyon testi ile değerlendirildi. P değerinin 0.05 ten küçük olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Kırk altı hastanın 46 gözü çalışmaya dahil edildi. Hastaların 28'i kadın (%60), 18'i erkekti (%40). Hastaların yaş ortalaması 56.8 ± 9.1 olup, ortalama SKK'ları 574.4 ± 31.6 ' idi (Tablo 1).

Tablo 1: Olguların demografik özellikleri.

Demografik özellik	Değer
Sayı (Göz/hasta)	46/46
Cinsiyet (Kadın/Erkek)	28/18
Yaş (Yıl, Ort \pm SS)	56.8 \pm 9.1
SKT	574.4 \pm 31.6

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, SKK: Santral Kornea Kalınlığı.

Tablo 2: Olguların optik sinir başı parametreleri.

	Ort±SS	Min-Mak
OSB-A	2.50±0.46	1.68-3.55
Rim-A	1.77±0.55	0.71-2.83
Rim-V	0.46±0.28	0.07-1.21
Çukurluk-A	0.72±0.47	0.08-1.85
Çukurluk-V	0.11±0.12	0.003-0.44
Ver-c/d	0.49±0.15	0.21-0.77
Hor-c/d	0.52±0.20	0.16-0.90

OSB-A: Optik Sinir Başı Alanı, Rim-A: Nöretinal Rim Alanı, Rim-V: Nöretinal Rim Hacmi, Çukurluk-A: Optik Sinir Çukurluk Alanı, Çukurluk-V: Optik Sinir Çukurluk Hacmi, Ver-c/d: Vertikal cup-disk oranı, Hor-c/d: Horizontal cup-disk oranı, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum.

Stratus OKT ile yapılan optik disk başı analizinde, optik sinir başı alanı (OSB-A) 2.50 ± 0.46 (1.68-3.55), nöretinal rim alanı (Rim-A) 1.77 ± 0.55 (0.71-2.83), nöretinal rim hacmi (Rim-V) 0.46 ± 0.28 (0.07-1.21), optik sinir çukurluk alanı (Çukurluk-A) 0.72 ± 0.47 (0.08-1.85), optik sinir çukurluk hacmi (Çukurluk-V) 0.11 ± 0.12 (0.003-0.44), vertikal cup-disk oranı (Ver-c/d) 0.49 ± 0.15 (0.21-0.77), horizontal cup-disk oranı (Hor-c/d) 0.52 ± 0.20 (0.16-0.90) olarak tespit edildi (Tablo 2). OCA cihazı ile yapılan korneanın biyomekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde, KH 10.9 ± 1.8 (5.6-14.5), KRF 12.3 ± 1.7 (8.5-16.4), GİBkk 19.6 ± 3.6 (14.6-27.3), GİBg 20.4 ± 3.3 (13.8-26.8) olarak ölçüldü (Tablo 3).

Olguların SKK ve korneal biyomekanik parametreleri ile optik sinir başı parametreleri arasındaki ilişki Tablo 4'de özetlenmektedir. Hiçbir parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (Her biri için $p > 0.05$).

Tablo 4: Olguların korneal biyomekanik parametreleri ile optik sinir başı parametrelerinin karşılaştırılması.

	KH	KRF	GİBkk	GİBg	SKK
OSB-A	$r = -0.264$ $p = 0.14$	$r = -0.162$ $p = 0.375$	$r = 0.242$ $p = 0.18$	$r = 0.126$ $p = 0.49$	$r = 0.012$ $p = 0.94$
Rim-A	$r = -0.246$ $p = 0.17$	$r = -0.195$ $p = 0.28$	$r = 0.159$ $p = 0.38$	$r = 0.033$ $p = 0.85$	$r = -0.040$ $p = 0.82$
Rim-V	$r = -0.035$ $p = 0.84$	$r = -0.050$ $p = 0.78$	$r = -0.19$ $p = 0.91$	$r = -0.046$ $p = 0.80$	$r = -0.057$ $p = 0.74$
Çukurluk-A	$r = 0.034$ $p = 0.85$	$r = 0.071$ $p = 0.70$	$r = 0.045$ $p = 0.80$	$r = 0.079$ $p = 0.66$	$r = 0.059$ $p = 0.74$
Çukurluk-V	$r = 0.016$ $p = 0.93$	$r = 0.006$ $p = 0.97$	$r = -0.816$ $p = 0.93$	$r = -0.012$ $p = 0.94$	$r = 0.079$ $p = 0.65$
Ver-c/d	$r = 0.100$ $p = 0.58$	$r = 0.111$ $p = 0.54$	$r = -0.013$ $p = 0.94$	$r = 0.049$ $p = 0.78$	$r = -0.16$ $p = 0.92$
Hor-c/d	$r = 0.230$ $p = 0.20$	$r = 0.205$ $p = 0.26$	$r = -0.120$ $p = 0.51$	$r = 0.006$ $p = 0.97$	$r = 0.162$ $p = 0.36$

OSB-A: Optik Sinir Başı Alanı, Rim-A: Nöretinal Rim Alanı, Rim-V: Nöretinal Rim Hacmi, Çukurluk-A: Optik sinir çukurluk alanı, Çukurluk-V: Optik sinir çukurluk hacmi, Ver-c/d: Vertikal cup-disk oranı, Hor-c/d: Horizontal cup-disk oranı, KH: Korneal Histeresis, KRF: Korneal Resistans Faktörü, GİBkk: Korneal kompanse göz içi basıncı, GİBg: Goldmann ile uyumlu göz içi basıncı, SKK: Santral kornea kalınlığı.

*: Pearson's korelasyon testi.

Tablo 3: Olguların optik sinir başı parametreleri.

	Ort±SS	Min-Mak
KH	10.9 ± 1.8	5.6-14.5
KRF	12.3 ± 1.7	8.5-16.4
GİBkk	19.6 ± 3.6	14.6-27.3
GİBg	20.4 ± 3.3	13.8-26.8

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, KH: Korneal Histeresis, KRF: Korneal Resistans Faktörü, GİBkk: Korneal kompanse göz içi basıncı, GİBg: Goldmann ile uyumlu göz içi basıncı.

TARTIŞMA

Kornea biyomekanik özelliklerinin ve SKK'nın, özellikle glokom hastalarında ve glokom prognozunda etkin faktör olduğu günümüzde bir çok çalışmada belirtilmektedir.^{1,3,4,6,7,9-12} Glokom hastalığının progresyonunda, SKK'nın ince olması güçlü bir risk faktörüdür.^{4,12} Elizabeth Insull ve ark., yaptıkları bir çalışmada, sağlıklı bireylerde ve glokom hastalarında SKK ile optik disk düzeyi arasında ters bir ilişkinin olduğunu bildirmektedirler.¹³ Kaushik ve ark., 51 oküler hipertansif ve 35 normal olgulu hastalarda, OKT ile yaptıkları optik sinir başı analizinde SKK ile optik sinir başı parametreleri arasında korelasyon olduğunu göstermişlerdir.¹⁴

L Lim ve ark., normal sağlıklı hastalarda yaptıkları çalışmada, Heidelberg retinal tomografi (HRT II) ile optik sinir başı analizi yapmışlar ve SKK ile optik disk başı parametreleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını bulmuşlardır.⁴ Yine aynı çalışmada L Lim ve ark., myopik tildiskli hastalarda SKK ile optik disk alanı arasında negatif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.⁴ George Tomais ve ark., 861 primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyonlu ve normal hasta gruplarında yaptıkları çalışmada, SKK ile optik disk alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulmamışlardır.⁶

Bunun yanısıra sağlıklı, glokom hastalığı mevcut olmayan bireylerde de kornea biyomekanik özelliklerinin ve SKK'nın optik disk başında bir takım değişikliklere neden olduğu üzerine araştırmalar mevcutken^{13,14}, bunun aksini söyleyen çalışmalarda bulunmaktadır.⁴ Yapılan çalışmalar da Amerikada doğmuş Afrikalılar, ince kornea ile birlikte geniş optik diske sahip iken yine Amerika'da doğmuş Asyalı bireyler kalın kornea ve geniş olmayan optik diske sahiptirler. Bunun muhtemel nedeni tam olarak açıklanamamakla birlikte üzerinde durulan hipotez de santral kornea ile posterior sklera, skleral kanal, lamina kribroza anatomik olarak yapısal devamlılık göstermekte ve bununla ilişkin olarak kornea ile optik disk arasında ilişki olabileceği düşünülmektedir.¹⁵

Yine Bozkurt ve ark., yaptıkları araştırmada tilded disk hasta grubunda korneal astigmatizmanın yüksek olduğunu bunun da kornea ile optik disk arasında morfo-genetik bir ilişkiden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir.¹⁶ Bunlardan yola çıkarak bizde bu çalışmada sağlıklı bireylerde kornea ile optik sinir başı arasında ilişkinin olup olmadığını inceledik.

Çalışmamız sonucunda sağlıklı bireylerde SKK ile optik sinir başı parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı (Tablo 4). SKK dışında korneanın biyomekanik özelliklerinin optik disk üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalarda biyomekanik özellikler, OCA ile değerlendirilmiş ve bununla ilişkin çalışmalar yapılmıştır.^{2,4,9,11} Özellikle korneanın viskoelastik özelliğini yansıtan KH'in, glokom progresyonunda ve optik disk üzerine etkisinin olduğunu gösteren çalışmalar vardır.^{2,4,9,11,13,14}

Elizabeth Insull ve ark., Singapurlu normal çocuklarda yaptıkları çalışmada KH ile optik disk yüzeyi arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir.¹³ Wells ve ark., sağlıklı bireylerde KH değeri ile optik disk yüzeyi arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu yaptıkları çalışmada belirtmişlerdir.

L Lim ve ark., KH ve KRF ile optik disk yüzeyi arasında, anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.⁴ Bizim çalışmamızda ise sağlıklı bireylerde KH, KRF, GİBkk, GİBg parametreleri ile optik disk sinir başı parametreleri arasında ki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 4) .

Sonuç olarak, günümüzde SKK ve korneal biyomekanik parametreler ile optik sinir başı özelliklerini değerlendiren yayınlarda sonuçlar tartışmalı olup bizim çalışmamızda ki sonuçlar bu parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı yönündedir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Liu J, Roberts CJ.: Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:146-155.
2. Luce DA.: Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31:156-162.
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. Congdon NG, Broman AT, Bandeen-Roche K, et al.: Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage. *Am J Ophthalmol.* 2006;141:868-875.
5. Cankaya AB, Elgin U, Batman A, et al.: Relationship between central corneal thickness and parameters of optic nerve head topography in healthy subjects. *Eur J Ophthalmol.* 2008;18:32-38.
6. Tomais G, Georgopoulos G, Koutsandrea C, et al.: Correlation of central corneal thickness and axial length to the optic disc and peripapillary atrophy among healthy individuals, glaucoma and ocular hypertension patients. *Clin Ophthalmol.* 2008;2:981-988.
7. Guntav P, Porsia L, Watkins RJ, et al.: Relationships between central corneal thickness and optic disc topography in eyes with glaucoma, suspicion of glaucoma, or ocular hypertension. *Clin Ophthalmol.* 2008;2:591-599.
8. Lim L, Gazzard G, Chan Y-H et al.: Corneal biomechanics, thickness and optic disc morphology in children with optic disc tilt. *Br J Ophthalmol.* 2008;92:1461-1466.
9. Touboul D, Roberts C, Kerautret J et al.: Correlations between corneal hysteresis, intraocular pressure, and corneal central pachymetry. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34: 616-622.
10. Kourkoutas D, Georgopoulos G, Maragos A et al.: New nonlinear multivariable model shows the relationship between central corneal thickness and HRTII topographic parameters in glaucoma patients. *Clin Ophthalmol.* 2009;3:313-323.
11. Shah S, Laiquizzaman M, Mantry S, et al.: Ocular response analyzer to assess hysteresis and corneal resistance factor in low tension, open angle glaucoma and ocular hypertension. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2008;36:508-513.
12. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD.: The ocular hypertension treatment study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:714-720.
13. Elizabeth Insull, Simon Nicholas FRANZCO, Ghee Soon Ang, et al.: Optic disc area and correlation with central corneal thickness, corneal hysteresis and ocular pulse amplitude in glaucoma patients and controls. *Clinical and Experimental Ophthalmology.* 2010;38:839-844.
14. Kaushik S, Gyatsho J, Jain R, et al.: Correlation between retinal nerve fiber layer thickness and central corneal thickness in patients with ocular hypertension: an optical coherence tomography study. *Am J Ophthalmol.* 2006;141:884-890.
15. M Pakravan, A Parsa, M Sanagou, et al.: Central corneal thickness and correlation to optic disc size: a potential link for susceptibility to glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 2007;91:26-28.
16. Banu Bozkurt, Murat Irkeç, Sansal Gedik, et al.: Topographical analysis of corneal astigmatism in patients with tilted-disc syndrome. *Cornea.* 2002;21:458-462.