

Keratokonuslu Gözlerde Pascal Dinamik Kontür Tonometresi ile Göz İçi Basıncı Ölçümü

Özcan Ocakoglu (*), Güzin Kışkeleli (*), Didar Uçar (**)

ÖZET

Amaç: Kornea kalınlığı incelmifli ve topografisi düzensizlefmifli keratokonuslu gözlerde, göz içi basıncı (GİB) ölçümünde Pascal dinamik kontür tonometresinin (DKT) diğer tonometrik yöntemlerle karşılaştırılması; merkezi kornea kalınlığının (MKK) GİB ölçümü üzerinde etkisi olup olmadığının araştırılması.

Gereç-Yöntem: Klinik ve topografik olarak keratokonus tanısı konmuş 28 hastanın 44 gözü çalışmaya alındı. Gözlerin ultrasonik pakimetri ile ölçülen MKK'ları <500 mikron(μ) altında idi. Pascal DKT, Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ve non kontakt hava yastıklı tonometre (NKT) kullanılarak GİB değerleri ölçüldü. "Ortalama" GİB değeri, her bir yöntem için farklı zamanlarda ardışık yapılan 3'er ölçümün ortalaması kabul edildi. Pascal DKT, GAT ve NKT ile ölçülen GİB'ler eflendirilmifli t testi ile ikili gruplarda karşılaştırıldı. Anlamlılık sınırı $p<0,05$ alındı. MKK'nın GİB üzerine etkisi Pearson korelasyon analizi ile araştırıldı. İlişkili anlamlılık sınırı (correlation coefficient) $r>0,25$, $p<0,05$ olarak kabul edildi.

Sonuçlar: Keratokonuslu 28 hastanın yaşı ortalaması $30,18\pm 8,8$ idi. Çalışmaya alınan 44 gözde MKK'larının ortalaması $465,8\pm 24,1 \mu$ bulundu. GİB ortalamaları Pascal DKT ile $14,3\pm 2,3$ mmHg, GAT ile $11,1\pm 2,6$ mmHg, NKT ile $8,11\pm 1,9$ mmHg olarak ölçüldü. Pascal DKT ile bulunan GİB değerleri; GAT ve NKT ile ölçülen GİB değerlerinden yüksek idi (Eflendirilmifli t testi; $p<0,05$). NKT ile ölçülen GİB değerlerinin kornea kalınlığından etkilendiği (Pearson korelasyon analizi $r_1=0,26$, $p<0,05$); GAT ve Pascal DKT ile ölçülen GİB'lerin ise etkilenmediği bulundu (GAT için $r_2=0,09$; DKT için $r_3=0,06$, $p>0,05$).

Yorum: Keratokonuslu gözlerde en yüksek GİB değerleri Pascal DKT ile ölçüldü. MKK'daki azalmadan NKT ölçümlerinin etkilendiği, Pascal DKT ve GAT ile yapılan ölçümlerin etkilenmediği tespit edildi. Topografisi bozuk ve korneası incelmifli keratokonuslu gözlerde GAT ile ölçümün teknik zorlukları dikkate alındığında Pascal DKT kullanılarak daha kolay, doğru ve güvenilir GİB ölçümlerinin yapılabileceği düfünüldü.

Anahtar Kelimeler: Keratokonus, Pascal dinamik kontür tonometresi, merkezi kornea kalınlığı

(*) Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi Cerrahpafta Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, İstanbul

(**) Uzm. Öğr. Dr., İstanbul Üniversitesi Cerrahpafta Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, İstanbul

Yazışma adresi: Prof. Dr. Özcan Ocakoglu, Nifantafı Valikonagı Cad. Yüce Apt.
No.17 Kat 2 Da.9 fiiflli - İstanbul E-posta: ocakoglu@superonline.com

SUMMARY

The Measurement of Intraocular Pressure in Eyes with Keratoconus Using Pascal Dynamic Contour Tonometer

Purpose: To compare Pascal dynamic contour tonometer (DCT) with other tonometric systems for measurement of intraocular pressure (IOP) in eyes with keratoconus which has thinned cornea and topographically indicated keratoconus pattern and to investigate whether central corneal thickness (CCT) affect IOP measurements or not.

Material and Method: Our study included 44 eyes of 28 patients which were diagnosed as keratoconus clinically and topographically. Their central corneal thicknesses which were measured with ultrasonographic pachymeter were under 500 microns (μ). IOP's were estimated using Pascal DCT, Goldmann applanation tonometer (GAT) and non contact air-puff tonometer (NCT). The "mean" IOP accepted as the mean of three consecutive measurements in different times. The "mean" IOP's values using Pascal DCT, GAT and NCT compared with paired student t test with each other. Statistically significance limit was $p < 0,05$. Pearson correlation analysis was used to determine the effect of CCT on IOP. Correlation coefficient was accepted $r > 0,25$ ($p < 0,05$).

Results: The mean age of 28 patients with keratoconus was $30,18 \pm 8,8$ years. In 44 study eyes, the mean value of CCT's was $465,8 \pm 24,1 \mu$. The mean values of IOP's using Pascal DCT, GAT and NCT were $14,3 \pm 2,3$ mmHg, $11,1 \pm 2,6$ mmHg, $8,11 \pm 1,9$ mmHg, respectively. The mean IOP using Pascal DCT was statistically higher than the mean values of GAT and NCT (Student t test; $p < 0,05$). IOP measured with NCT were significantly correlated with CCT (Pearson correlation analysis $r^1 = 0,26$, $p < 0,05$) but IOP measured with GAT and Pascal DCT were not effected (for GAT $r^2 = 0,09$; for DKT $r^3 = 0,06$, $p > 0,05$).

Conclusion: In eyes with keratoconus, the highest IOP value was measured with Pascal DCT. The measured IOP's using NCT was affected by the changes in CCT but the IOP's measured with Pascal DCT and GAT were not. When the technical problems with using GAT in eyes with keratoconus which was thinned and topographically disturbed cornea are considered, we thought that to use Pascal DCT is more accurate and safely.

Key Words: Keratoconus, Pascal dynamic contour tonometry, central corneal thickness

GİRİŞ

Keratokonus, inflamatuvar olmayan bir inceleme sonucu korneanın koni fleklini almasıdır. Korneanın yapışsal bileşenlerinin kaybı sonucu kornea incelik, fakat nedeni belli değildir (1,2). Korneadaki inceleme sonucunda düzensiz astigmatizma, miyopi, korneanın öne doğru bombeleşmesi meydana gelir. Hastalık klasik olarak pubertede başlar; 5-7 yaşlık aktif bir büyüme çağından sonra uzun süre sabit kalabilir; 3-4. dekada kadar ilerleme gösterir ve durur. Görme kalitesi hafiften barize doğru giderek bozulur (1). Korneadaki yapı değişiklikleri, korneanın sertlik ve esneklik gibi bazı biyomekanik parametrelerini etkiler (3).

Keratokonuslu gözlerde korneanın kalınlığındaki ve kurvatüründeki değişikliklerin göz içi basıncı (GİB) ölçümlerini etkilediği bilinmektedir. Özellikle Schiotz tonometrik sistem, Goldmann aplanasyon tonometrisi (GAT) ve non kontakt tonometri (NKT) ile yapılan GİB ölçümleri farklı oranlarda da olsalar korneadaki yapısal değişikliklerden etkilenir (3,4). Pascal dinamik kontür

tonometre (DKT), düzleştirme veya çökertme prensibi ile yapılan diğer tonometrelerden farklı olarak göz içi basıncı kornea ötesi olarak ölçer (5). Lasik cerrahisi sonrası incelmeye kornea gözlerde Pascal DKT ile yapılan ölçümlerin korneanın kalınlığı, kurvatürü, sertliği veya morfolojisindeki değişikliklerden etkilenmemesi keratokonus gibi kornea patolojisi olan gözlerde de bu yeni tonometrenin daha güvenilir ölçüm yapabileceğini düşündürmektedir (6,7).

Çalışmanın amacı keratokonus tanısı konulmuş gözlerde GİB ölçümünde Pascal DKT'nin kullanımı ve bunun diğer tonometrik yöntemler ile karşılaştırılmasıdır. Ayrıca keratokonuslu gözlerde kornea kalınlığındaki değişimlerin GİB ölçümleri üzerine etkisinin olup olmadığının da incelenmiştir.

GEREÇ -YÖNTEM

Klinik ve topografik (TMS-2.Computed Anatomy, New York, NY) olarak keratokonus tanısı konmuş ve

ultrasonik pakimetre (Pacline-Optikon 2000, Rome, Italy) ile ölçülen MKK'lar 500 μ 'nun altında ve keratometrik degere göre keratokonus evresi orta derecede olan (8) 28 hastanın henüz kontakt lens uygulanmamış 44 gözü çalışmaya alındı.

Tüm gözlerde G<B ölçümleri Pascal DKT (Pascal, Swiss technology, Port, Switzerland) GAT (Goldmann AT/900, Haag-Streit, USA) ve NKT (CT-80, Topcon Cooperation, Japan) ile yapıldı. Ölçümler gerek kornea kalınlığında gerekse G<B'de olası diüurnal değişim etkisi göz önüne alınarak günün aynı saatlerinde (sabah saat 10.00-12.00 aras) yapıldı (9,10). Basıncı ölçümlerinin kornea kurvatürünü etkilememesi için önce pakimetre ölçümleri alındı, 1 saatlik bir bekleme ardından her göze 3 ayı tonometri yöntemi ile ardışık 3'er kere ölçüm yapılarak G<B'lar tespit edildi. Tonometrik yöntemlerin de birbirini etkilememesi için önce NKT, sonra GAT ve en son olarak Pascal DKT uygulandı. Her bir ölçüm yöntemi arasında en az 15 dakikalık bekleme süresi bırakıldı.

Pascal DKT; yeni bir tonometrik sistem olup; konav, kornea yüzeyine uyumlu silindirik bir uca sahiptir. Globun dış ve iç yüzeyleri arasındaki basınç eşitlenene dek, kornea üzerinde ilave baskı oluşturulmaksızın uçta yerleşik algılayıcı yardımı ile G<B ölçümü yapar. Böylelikle kornea biyomekanikine bağlı ölçüm hatalarını en aza indirir. Ölçüm kalitesi ekran üzerinde 1-5 arası sayılarla belirtilir, en iyi ölçüm "kalite 1" olarak, "kalite 5" ölçümün çok fazla dış etkenden etkilenmiş olduğu anlamındadır ve dikkate alınmaz. Çalışmamızda tüm olgularda ölçümler oturur pozisyonda yapıldı ve sadece "kalite 1" olan (en iyi kalite) üç ölçümün ortalaması alınarak G<B değerleri tespit edildi.

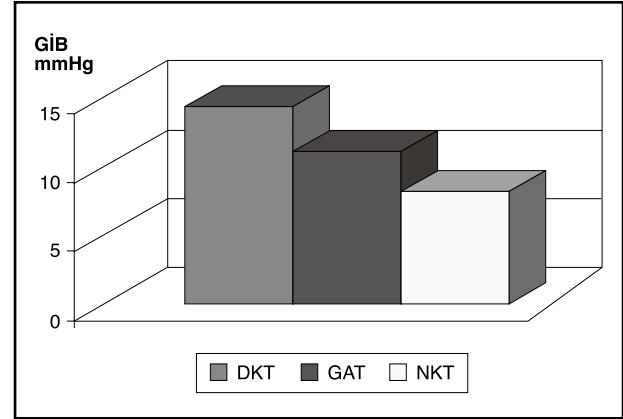
Pascal DKT, GAT ve NKT ile tespit edilen G<B'ler eşleştirilmiş t testi ile ikili gruplarda karşılaştırıldı. Anlamlılık sırası $p < 0,05$ alındı. MKK'nın G<B üzerine etkisi Pearson korelasyon analizi ile araştırıldı. Anlamlılık sırası (correlation coefficient, r) $r > 0,25$ kabul edildi.

SONUÇLAR

Keratokonüs tanısı konmuş, yaşı ortalaması 30,18 \pm 8,8 olan 28 hastanın 44 gözünde ortalama MKK 465,8 \pm 24,1 μ olarak ölçüldü. G<B ortalamaları Pascal DKT ile 14,3 \pm 2,3 mmHg, GAT ile 11,1 \pm 2,6 mmHg, NKT ile 8,11 \pm 1,9 mmHg olarak bulundu (fişkil 1). Eşleştirilmiş t testinde Pascal DKT ile ölçülen G<B, GAT ve NKT ile ölçülenlerden yüksek saptandı ($p < 0,05$). Keratokonuslu gözlerde en düşük G<B değerleri NKT ile tespit edildi.

NKT ile ölçülen G<B değerleri ile MKK arasında anlamlı bir korelasyon var iken ($r_1 = 0,26$, $p < 0,05$) (Gra-

fişkil 1. Değişik yöntemlerle keratokonuslu gözlerde ölçülen G<B ortalamaları

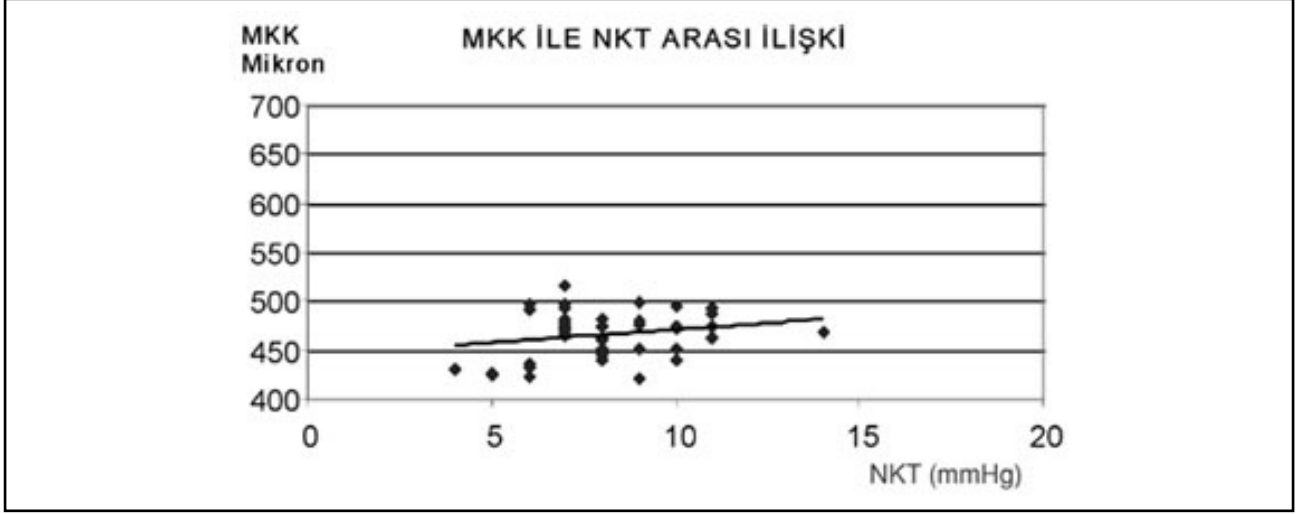
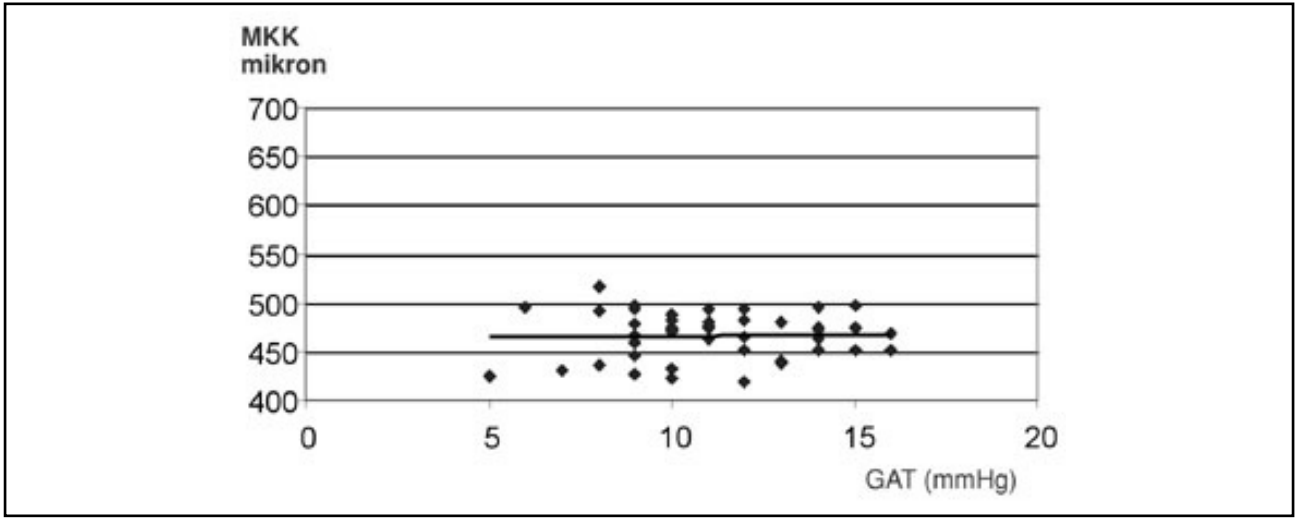


fik 1), GAT ve Pascal DKT ile ölçülen G<B, MKK ile ilişkili bulunmadı (GAT için $r_2 = 0,09$, PDKT için $r_3 = 0,06$; $p > 0,05$ Grafik 2-3). Diğer bir ifade ile kornea kalınlığındaki incelemeden NKT ölçümlerinin etkilendiği gösterildi.

TARTIŞMA

Oküler sertlik göz tabakalarının deformasyon veya gerilmeye karşı direnci olarak tarif edilir (11). Keratokonuslu gözlerde düşük G<B ölçümü, ya normal kalınlığı olan bir korneanın güç ve sertliğindeki azalmayı veya incelmeyi ve sertliği azalmış bir korneayı düşündürür (12). Keratokonusu kornea dokusunun gücünün azalması; kısmen kalınlığının, kısmen sertliğinin azalması sonucudur (2,13). Keratokonusu kornealarda sertliğin azalması sonucu diğer incelmeyi korneaların aksine olağanüstü yumuşaklık ve esneklik görülür (14). Ancak bu durum korneanın basınç karşısında yanıt verme yeteneğinin bozulmasına neden olur. "Kornea histerezi" denilen bu kavram dokunun lameller dizilim özelliğinden ötürü üzerine gelen baskı karşısında esneyebilme ve eski halini geri kazanabilme yeteneğidir (15). Kalınlık ile ilişkisi çok kuvvetli olmayan bu doku özelliği, lameller yapıyı bozan durumlarda (özellikle LASİK cerrahisi veya keratokonus) önemlidir ve normal gözlerden daha düşüktür Ortiz ve ark. LASİK geçirmeyi ve keratokonuslu 2 ayı grup gözde Ocular response Analyzer=ORA kullanarak korneanın biomekanik özelliklerini ölçmüştür. Kornea histerezi ve kornea direnç faktörü keratokonuslu gözlerde LASİK geçirmeyi gözlerle karşılaştırmak olarak düşük bulunmuştur (16).

Keratokonusta G<B ölçümü korneadaki bu değişikliklerden ötürü sorunlu olabilir. Keratokonuslu gözlerde incelmeyi, sertliği azalmış, yumuşamış ve esnekliği bozulmuş (düşük histerezi) kornea dokusuna bağlı ola-

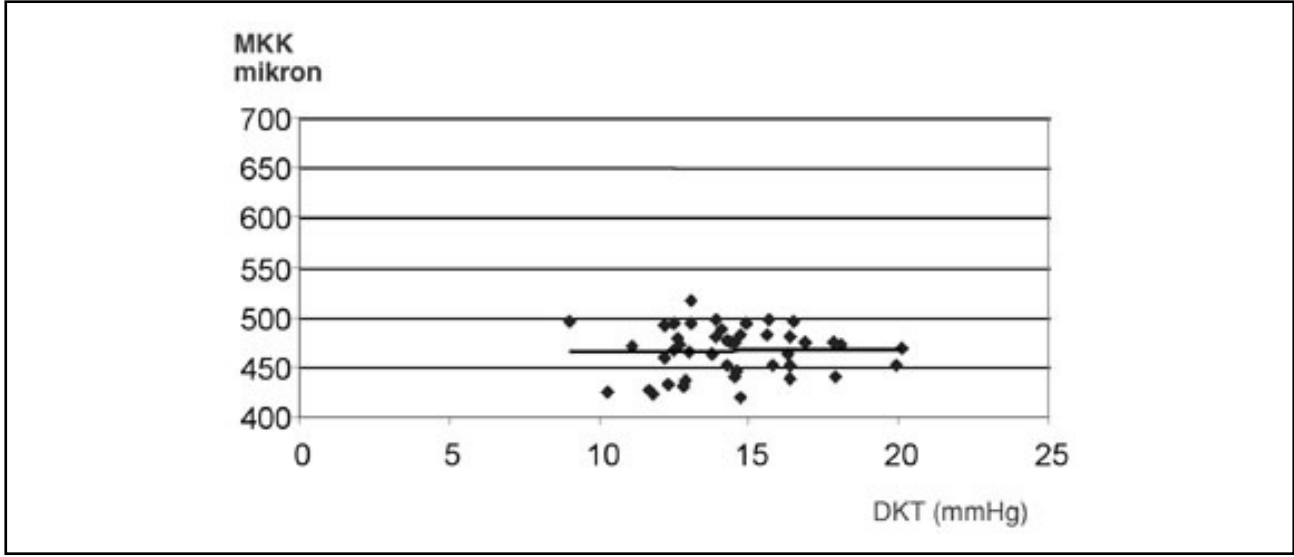
Grafik 1. NKT ile MKK arasındaki ilişki (Pearson korelasyon analizi $r=0,26$, $p<0,05$)**Grafik 2.** GAT ile MKK arasındaki ilişki (Pearson korelasyon analizi $r^2=0,09$, $p>0,05$)

arak G-B genellikle düşük ölçülür. Özellikle Schiottz tonometrik sistem, non kontakt tonometri ve Goldmann aplanasyon tonometrisi farklı oranlarda da olsalar korneadaki bu değişikliklerinden etkilenir (3,4). Keratokonuslu gözlerde GAT ile yapılacak G-B ölçümlerinin hem yatay hem de dikey prizma pozisyonunda yapılması önerilir. Tek bir prizma yönü seçilecekse farklı bakış istikametlerinden daha az etkilenen vertikal prizma kullanılmalıdır (17). Bu durum ölçümlerde teknik zorluklara neden olacaktır.

NKT ile yapılan G-B ölçümlerinde kornea kalınlığı önemli rol oynamaktadır. NKT ile GAT ölçümlerine kıyasla ince kornealı hastalarda daha düşük (18), kalın kornealı hastalarda daha yüksek G-B değerleri elde edilmektedir (19). Ancak keratokonusu korneada sadece yüzey

düzensizliği ve kalınlık azalması değil, aynı zamanda kornea histerezisinde (esnekliği) çok önemli değişimler olmaktadır. NKT ile G-B ölçümleri sadece kalınlık azalmasından değil aynı zamanda bu değişimlerden de etkilenmektedir.

Keratokonus gibi oküler sertliğin çok fazla etkilediği, kornea dokusunun baskıya yanıtını bozulduğu, kornea kurvaturende ve kalınlığında önemli değişikliklerin olduğu durumlarda kornea kalınlığından bağımsız olarak ölçüm yapabilen tonometrik sistemler kullanırsa G-B daha doğru tespit edilebilir. Pascal Dinamik kontur tonometrisinin (DKT) kornea dışı bükümlü yüzü ile uyumlu konkav yüzeyli ucu, korneanın her iki yüzeyinde eşit ölçüde bir basınç oluşturur ve böylece teorik olarak korneaya devre dışı bırakır. Özellikle LASIK cerrahisi geçi-

Grafik 3. Pascal DKT ile MKK arasındaki ilişki (Pearson korelasyon analizi $r^3=0,06$; $p>0,05$)

ren, kornea dokusundaki histerezi normale oranla zayıflamış, kornea kalınlığı azalmış, kurvatürü değişmiş ve yüzeyi düzensiz hale gelmiş gözlerde Pascal DKT kullanılarak GAT ve NKT ile ölçülden daha güvenilir G-B ölçümleri elde edilebildiği bildirilmiştir (7, 20, 21). Mollan ve ark (22) 76 keratokonumlu gözde 4 ayı tonometrik yöntem (GAT, ORA, Pascal DKT ve Tonopen) kullanarak G-B-MKK ilişkisini incelemiş, kornea değişikliklerinden en az etkilenen G-B ölçüm yönteminin Pascal DKT olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızda keratokonumlu gözlerde en yüksek G-B'i değerleri Pascal DKT; en düşük olanlar NKT ile elde edilmiştir. NKT ile yapılan G-B ölçümlerinin MKK'dan etkilendiği, GAT ve DKT ile yapılan G-B ölçümlerinin ise kornea kalınlığından etkilenmediği görülmüştür. GAT ölçümlerinin MKK'dan etkilenmediği görülmüştür ve keratokonusta kullanılabileceği akla gelebilir. Ancak, GAT ile yapılan G-B ölçümlerinin topografik bozukluk nedeniyle oluşan astigmatizmaya bağlı düzensizliğinden dolayı teknik olarak güç olduğu bilinmektedir. GAT ile ölçülen G-B'ler bakış yönünden de etkilenir. Ayrıca kornea elastikiyetindeki değişimler de GAT sonuçları üzerinde etkili olmaktadır.

Sonuç olarak Pascal DKT'nin kornea kalınlığından bağımsız olarak G-B ölçümü yapması, LASIK sonrası G-B ölçümlerde güvenle kullanılabileceğini bu yöntem ile keratokonumlu gözlerde de G-B ölçümlerinin daha doğru, daha güvenilir ve kolay olarak yapılabileceğini düşündürmüştür. Keratokonumlu gözlerde kornea kalınlığı ve topografisindeki değişimler dışında, kornea histerezi azalma olması dikkate alınması gereken diğer önemli bir parametredir ve bu gözlerde daha güvenilir

G-B ölçümlerinin nasıl yapılabileceği yeni çalışmalarla incelenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Rabinowitz YS. Ectatic Disorders of the Cornea In. Smolin and Thoft's the Cornea, Foster CS, Azar DT, Dohlman CH eds. Fourth Edi. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. A Wolters Kluwer Company. 2005; 889-911.
2. Kanpolat A, Alp MN, Görgün M ve ark. Keratokonüste kornea histopatolojisi Medical Network Oftalmoloji, 1998;5:165-168.
3. Bohm A, Kohlhaas M, Lerche RC, et al. Measuring intraocular pressure in keratoconus. Effect of the changed biomechanics] Ophthalmologie 1997;94:771-4.
4. Doganay S, Er H, Cumhuriyet T ve ark. Keratokonumlu olgularda santral kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümüne etkisi T Klinikleri Oftalmoloji Dergisi 2002; 11:207-211.
5. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldmann applanation tonometry Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004;45:3118-21.
6. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Intraocular pressure measurements using dynamic contour tonometry after laser in situ keratomileusis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44:3790-94.
7. Siganos DS, Papastergiou GI, Moedas C. Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after LASIK. J Cataract Refract Surg. 2004;30:746-51.
8. Stein HA, Slatt BJ, Stein RM, Freeman MI :Keratoconus. Fitting Guide for Rigid and Soft Contact Lenses 4 th. edition St.Louis, Mosby. 2002;307-322.

9. Hamilton KE, Pye DC, Aggarwala S, Evian S, Khosla J, Perera R. Diurnal variation of central corneal thickness and Goldmann applanation tonometry estimates of intraocular pressure. *J Glaucoma*. 2007 Jan;16(1):29-35.
10. Kida T, Liu JH, Weinreb RN. Effect of 24-hour corneal biomechanical changes on intraocular pressure measurement. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006 Oct; 47(10): 4422-6.
11. Gloster J. Tonometry and tonography. *Int Ophthalmol Clin* 1965; 5: 937-951.
12. Brooks AM, Robertson IF, Mahoney A-M. Ocular rigidity and IOP in keratoconus. *Aus J Ophthalmol* 1984;12: 317-324.
13. Andreassen TT, Simonsen AH, Oxlund H. Biomechanical properties of keratoconus and normal corneas. *Exp Eye Res* 1980;31: 435-441.
14. Kenney MC, Brown DJ. The cascade hypothesis of keratoconus, *Contact Lens Anterior Eye* 2003;26: 139-146.
15. Shah S, Laiquzzaman M, Bhojwani R, Mantry S, Cunliffe I. Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the ocular response analyzer in normal and keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007; 48(7): 3026-31.
16. Ortiz D, Piñero D, Shabayek MH, Arnalich-Montiel F, Alió JL. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ keratomileusis, and keratoconic eyes *J Cataract Refract Surg*. 2007 Aug;33(8):1371-5.
17. Rask G, Behndig A. Effects of corneal thickness, curvature, astigmatism and direction of gaze on Goldmann applanation tonometry readings. *Ophthalmic Res*. 2006;38:49-55. Epub 2005 Nov 16.
18. Stabuc Silih M, Hawlina M. Influence of corneal thickness on comparative intraocular pressure measurements with Goldmann and non-contact tonometers in keratoconus. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2003;220:843-7.
19. Patel S, McLaughlin JM. Effects of central corneal thickness on measurement of intra-ocular pressure in keratoconus and post-keratoplasty. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1999;19:236-41.
20. Kniestedt C, Kanngiesser HE Dynamic contour tonometry *Ophthalmologie*. 2006;103: 713-21.
21. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC .Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer *J Glaucoma*. 2005;14:344-50.
22. Mollan SP, Nesim M, Laiquzzaman M et al. Which tonometer should you use in Keratoconus? Pascal, Goldmann, Tono-pen, and Ocular Response Analyzer Tonometry in Keratoconic and Normal eyes (American Academy of Ophthalmology, 2006, Las Vegas).