

Keratokonuslu Gözlerde Üç Farklı Tonometre ile Göz İçi Basıncı Ölçüm Sonuçları

Intraocular Pressure Measurement Results with Three Different Tonometers in Keratoconus

Muhammed BATUR¹, Erbil SEVEN¹, Adnan ÇİNAL², Çağatay ÇAĞLAR³, Tekin YAŞAR⁴

ÖZ

Amaç: Keratokonusta, Pascal dinamik kontur tonometre (DKT), Keeler Pulsair EasyEye non-kontakt tonometre (NKT) ve Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ile yapılan göz içi basıncı ölçümleri karşılaştırılmıştır.

Gereç ve yöntem: Çalışmaya 36 keratokonuslu olgunun 62 gözü alındı. Göz içi basıncı ölçümleri hastalar 5 dakika oturtulup dinlendirildikten sonra yapıldı. Her cihaz için en az 3 göz içi basıncı ölçümü alınıp ortalama değer kaydedildi. Tüm ölçümler aynı kişi tarafından aynı günde gerçekleştirildi. Her farklı cihaz ile ölçüm arasında 5 dakika ara bırakıldı.

Bulgular: Göz içi basıncı ortalamaları GAT’de 14,36±2,50, DKT’de 13,92±2,08 ve NKT’de 9,70±2,81 mmHg olarak bulunmuştur. DKT ile 4 gözde (%6,45), NKT ile de 7 gözde (%11,29) göz içi basıncı ölçülemedi. Tonometrelerin GAT ile uyumluluk oranı NKT ile %11,30, DKT ile %51,29 olarak bulundu.

Sonuç: Keratokonuslu gözlerde GİB ölçümü için NKT’nin uygun olmadığı, GAT ve DKT’nin birbiri ile uyumlu olarak ölçüm yaptıkları tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Keratokonus, göz içi basıncı, Goldmann aplanasyon tonometri, Pascal dinamik kontur tonometri, non-kontakt tonometri

ABSTRACT

Purpose: To compare the results of intraocular pressure (IOP) measurement of three different tonometers, Goldmann Applanation Tonometry (GAT), Pascal Dynamic Countour Tonometry (DCT) and Keeler Pulsair EasyEye Non-Contact Tonometry (NCT) in keratoconus.

Materials and methods: Sixty-two eyes of 36 keratoconus subjects were included in the study. After resting for 5 minutes, patient’s IOP was measured. For all subjects, IOP measurements were taken sequentially on the same day by one experienced operator. Three sets of IOP measurements were obtained from each tonometer. Five minutes interval was given between each device.

Results: Mean IOPs were 14.36±2.50, 13.92±2.08 and 9.70±2.81 mmHg for GAT, DCT and NCT, respectively. It was impossible to measure IOP in 4 eyes (6.45%) for DCT and in 7 eyes (11.29%) for NCT. The accordance rate was 11.30% between GAT and NCT, and was 51.29% between GAT and DCT.

Conclusions: NCT is not reliable for measuring intraocular pressure in keratoconus. We found the accordance between GAT and DCT.

Key words: Keratoconus, intraocular pressure, Goldmann applanation tonometry, digital countour tonometry, non-contact tonometry.

1- Yrd. Doç. Dr. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Van - TÜRKİYE

2- Prof. Dr. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Van - TÜRKİYE

3- Yrd. Doç. Dr. Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Çorum- TÜRKİYE

4- Prof. Dr. Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Çorum- TÜRKİYE

Geliş Tarihi - Received: 01.02.2016

Kabul Tarihi - Accepted: 29.11.2016

Glo-Kat 2017;12:104-108

Yazışma Adresi / Correspondence Address:

Muhammed BATUR

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Van - TÜRKİYE

Phone: +90 432 215 0476

E-mail: muhammedbatur@gmail.com

GİRİŞ

Göz içi basıncı (GİB) ölçümü oftalmoloji klinik pratiğinin en sık uygulanan işlemlerindendir. Bununla birlikte GİB'i doğrudan ölçen, non-invaziv ve pratik bir metod henüz bulunmuş değildir. Günümüz klinik uygulamalarındaki cihazların tümü GİB'i indirekt metotla, kornea üzerinden ölçmektedir. Bu durum GİB ölçümünün başta kornea kalınlığı olmak üzere birçok başka parametre tarafından etkilenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle de hala yeni GİB ölçüm metotları geliştirilmeye çalışılmaktadır. Mevcut farklı tonometreler ile yapılan çalışmalarda, normal gözlerde çok benzer ölçümler elde edilmektedir.¹ Bununla birlikte keratokonus gibi santral korneanın ince ve düzensiz olduğu durumlarda, korneanın çok kalın olduğu olgularda ve GİB'in çok yüksek veya düşük değerlerinde, farklı cihazların ölçüm sonuçları arasındaki uyum azalmaktadır.^{2,3}

Yeni geliştirilen tonometrelerden olan Pascal dinamik kon-tur tonometri'nin (DKT) kornea dış bükey yüzü ile uyumlu konkav yüzeyli ucu, korneanın her iki yüzeyinde eşit ölçüde bir basınç oluşturur. Teorik olarak, DKT bu şekilde korneanın GİB ölçümü üzerine olan olumsuz etkisini devre dışı bırakır.⁴

Kontakt tonometrelerin ölçüm için kornea yüzeyine temas etmelerinin gerekmesi, hem hastalık bulaşması açısından, hem de işlemin topikal anestezi gerektirmesi ve işlem süresini uzatması açılarından olumsuzluklar getirmektedir. Ayrıca, bu tip kontakt tonometreler ile ölçüm için ya göz hastalıkları uzmanı ya da bu iş için yeterli eğitim almış personel olmak gerekmektedir. Bu tip sorunlar, non-kontakt tonometrelerin (NKT) gelişimine yol açmıştır. Yukarıda sayılan bütün sorunlara NKT gibi havalı (pnömotik) tonometreler çözüm getirmiştir. Hava jetinin oluşturduğu korneal düzleşme ile GİB'i ölçen bu tonometrelerde ise ölçüm güvenilirliği sorunu vardır. Bu tonometreler standart durumlarda güvenilir sonuçlar verirlerken, çok ince veya çok kalın kornealar gibi uç olgularda güvenilirlikleri azalmaktadır.^{5,6}

Bu çalışmada keratokonuslu olgularda, DKT ve NKT ile yapılan göz içi basıncı ölçümleri, altın standart kabul edilen Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ile karşılaştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışmaya, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yerel Etik Kurulundan onay alındıktan sonra, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalında takip edilen, keratokonus dışında mevcut veya geçirilmiş başka bir göz hastalığı ve sistemik patolojisi olmayan 36 keratokonuslu olgunun 62 gözü alınmıştır. Gözlerden 33'ü sağ, 29'u sol gözdü. Olgular çalışma öncesi, GİB ölçümü hariç, oftalmolojik muayeneden geçirildiler. Muayenede GİB'i etkileyecek, 3 aynalı Goldmann lensi muayenesi gibi işlemlerden kaçınıldı. Ölçümlerde GAT (Haag Streit AG,

AT 900, Switzerland), DKT (Pascal, Swiss Technology, Switzerland) ve NKT (Keeler Pulsair EasyEye, UK) kullanıldı. Tüm tonometreler ayarları ve kalibrasyonları kontrol edildikten sonra kullanıldılar. Göz içi basıncı ölçümleri tek bir oftalmoloji asistanı tarafından (MB) aynı hasta için aynı günde yapılmıştır. Santral kornea kalınlığı (SKK) ultrasonik pakimetri ile (Nidek, US-1800, Japan) ile ölçüldü. Göz içi basıncı ölçümleri sabah saat 09:00 ile 12:00 arasında, hastalar 5 dakika oturtulup dinlendirildikten sonra yapıldı. Her cihaz için en az 3 ölçüm alınıp ortalama değer kaydedildi. GAT ölçümleri, SKK'nın GİB ölçümüne etkisinin ortadan kaldırılması için, ortalama SKK 545 µm temel alınarak, GİB SKK'nın her 20 mikron kalınlık değişimi için 1 mmHg eklenip veya çıkartılarak kaydedildi.⁷ Ayrıca korneal astigmatlı gözler içinde, GAT için astigmatizmanın aksına göre gerekli ayarlamalar yapıldı.

Cihazların GİB ölçüm sıralaması ilk olarak NKT, sonra GAT ve son olarak ta DKT şeklinde idi. Farklı cihazlarla ölçümde iki cihaz ile ölçüm arasında bir önceki ölçümün olası etkisini ortadan kaldırmak için 5 dakika ara bırakıldı. DKT ölçümlerinde kalite değeri 3 ve altındaki ölçümler kabul edildi.

İstatistik Yöntemler

Elde edilen veriler ortalama± standart sapma olarak verildi. Tonometrelerin GİB sonuçları birbiri ile ANOVA ve Bonferroni Posthoc testleri ile karşılaştırıldı.

Üç tonometri ölçüm sonuçları uyumluluk açısından "ANOVA interclass correlation" testi ve Bland-Altman plot metodu ile değerlendirildi. DKT Q değeri ile GİB ölçümlerinin ilişkisi Spearman Korelasyon katsayısı ile incelendi. İstatistiksel anlamlılık seviyesi olarak p<0.05 değeri kabul edildi.

BULGULAR

Yirmi biri (%58,33) erkek, 15'i (%41,67) kadın olan olguların ortalama yaşı 20,66±5,87 (12-38) yıl idi. SKK ortalaması 459,74±30,83 (309-508) mikron olarak saptandı. Keratometri değerleri K₁ 53,21±4,39 (45,31-65,50) ve K₂ 48,18±4,40 (40,92-61,50) diyoptri olarak tespit edildi. Olgulara ait farklı tonometri cihazlarının ölçüm sonuçları Tablo-1'de verilmiştir.

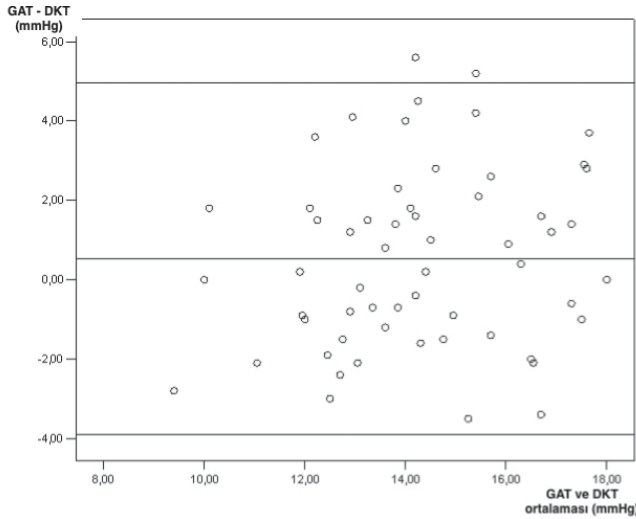
GAT ile DKT ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p=0,767). Buna karşılık, NKT ile GAT (p=0,001) ve DKT (p=0,001) ölçüm sonuçları arasında ileri derece anlamlı farklılık tespit edildi.

Tonometrelerin birbiri ile uyumluluğu istatistiksel olarak değerlendirildi. Tonometrelerden NKT ve DKT'nin, GAT ile uyumu sırasıyla; 0.11 ve 0.51 olarak bulundu. Grafik 1'de GAT ve DKT arasındaki uyum ve Grafik 2'de GAT ve NKT arasındaki uyum Bland-Altman grafiği ile gösterilmiştir.

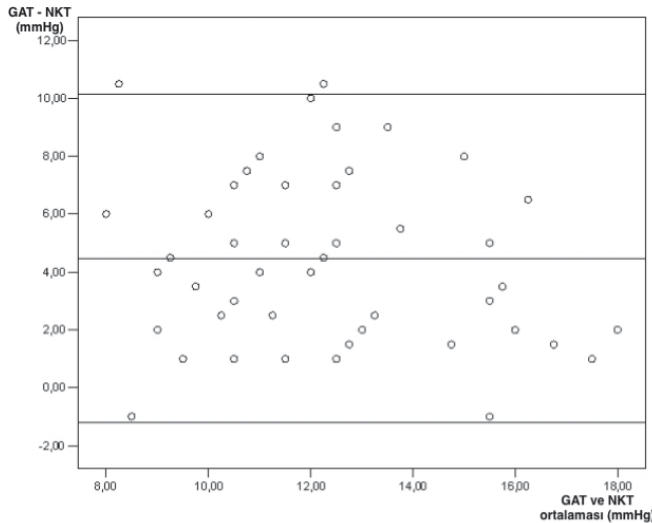
DKT ölçümünün kalite skoru olan Q değerinin GİB ölçümünü nasıl etkilediği incelendi. Bunun için GAT ile alınan GİB

Tonometre	Göz sayısı	Ortalama GİB**	En düşük GİB**	En yüksek GİB**
Goldmann Aplanasyon Tonometre	62	9,92±2,63	3	15
Goldmann Aplanasyon Tonometre*	62	14,36±2,50	8,00	19,50
Pascal Dinamik Kontur Tonometre	58	13,92±2,08	9,20	18,40
Keeler Non-Kontakt Tonometre	55	9,70±2,81	3,00	17,00

*Santral kornea kalınlığına göre düzeltilmiş ölçüm sonuçları **GİB: Göz içi basıncı (mmHg)



Grafik 1: Goldman aplanasyon tonometre (GAT) ile dinamik kontur tonometre (DKT) ölçümleri arasında uyumu gösteren Bland-Altman grafiği.



Grafik 2: Goldman aplanasyon tonometre (GAT) ile non-kontakt tonometre (NKT) ölçümleri arasında uyumu gösteren Bland-Altman grafiği.

ölçümleri ile, DKT ile alınan GİB ölçümleri arasındaki fark ile Q skoru arasındaki bağıntı Spearman korelasyon analizi ile değerlendirildi. Arada herhangi bir anlamlı doğrusal ilişki bulunamadı ($r_s = -0,019$, $p=0,886$).

Tüm denemelere rağmen, DKT ile 4 gözde (%6,45), NKT ile de 7 gözde (%11,29) GİB ölçülemedi.

DKT ile ölçüm alınamayan 4 gözdeki ortalama korneal astigmatizma $6,33 \pm 1,14$ iken, diğer gözlerde $4,93 \pm 2,19$ olarak bulundu. Ölçüm alınamayan gözlerdeki korneal astigmatizma daha yüksek olmakla birlikte, aradaki fark, muhtemel olgu azlığı nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,214$).

NKT ile ölçüm alınamayan 7 gözdeki ortalama korneal astigmatizma $5,77 \pm 1,47$ iken, diğer gözlerde $4,93 \pm 2,22$ olarak bulundu. Aradaki fark muhtemel olgu sayısı azlığı nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,336$).

Tonometrik ölçümlerde, iki tonometre arasındaki ölçümlerde 7 mmHg üzerindeki farkın o hasta için alınacak klinik kararları ciddi şekilde etkileyeceği düşünülerek, tonometre ölçümleri arasındaki 7 mmHg üzerindeki değerler incelendi. DKT ile GAT arasında 7 mmHg üzerinde fark bulunan hiçbir göz saptanmadı. NKT ile GAT ölçümleri arasında 7 mmHg üzeri farklı ölçüm alınan 10 göz (%18,81) tespit edilmiştir. NKT'nin bu gözlerde GAT'tan ortalama olarak $8,80 \pm 1,18$ mmHg daha düşük ölçüm verdiği saptanmıştır.

TARTIŞMA

Göz içi basıncının doğru olarak ölçülmesi, başta primer açık açılı glokom olmak üzere birçok hastalığın tanısı ve ayırıcı tanısında kritik öneme sahiptir. Ayrıca glokomun takibinde, ilaç tedavisi düzenlenmesinde ve cerrahi müdahaleye karar vermede de GİB ölçümü temel parametrelerdendir. Bununla birlikte, ölçülen GİB değeri keratokonus gibi ince kornea kalınlığı ve yüksek düzensiz astigmatizmaya sahip hastalıklar ve kırma kusuru, korneal ödem ve korneal yüzey bozuklukları gibi birçok diğer faktör tarafından etkilenmektedir.^{3,7,8} Bu faktörlere son yıllarda geliştirilen ve kornea kalınlığını azaltan refraktif cerrahi metotlar ile kornea stromasının biyomekanik özelliklerini değiştiren korneal kollajen çapraz bağlama tedavisi de eklenmiştir.⁹⁻¹⁰ Bu faktörlere kullanıma giren yeni tonometreler de eklenince, GİB ölçümünü farklı durumlarda karşılaştırmalı olarak tekrar değerlendirmek gerekmektedir. Bu amaçla, literatürde yapılmış çalışmalar bulunmaktadır.¹¹⁻¹³

Biz de kliniğimizde kullanımda bulunan üç farklı tonometre ile keratokonuslu gözlerde GİB'i ölçtük. GAT, GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edildi diğer tonometreler GAT ile karşılaştırılmak üzere çalışmaya alındı. NKT,

non-kontakt olması nedeniyle, korneada kontakt ölçüme izin vermeyen lezyonların ve enfeksiyonların varlığında pratik sonuç sağlayan bir yöntem olarak kliniğimizde kullanılmaktadır. Bu tonometri ve son yıllarda kullanıma giren DKT, diğer ölçüm yöntemleri olarak çalışmada incelenmiştir.

Keratokonumlu hastalarda yapılan çalışmalarda, DKT ile saptanan GİB değerlerinin GAT, NKT ve Tonopen'e göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ocakoğlu ve ark.¹⁴, keratokonusu olan hastalarda DKT, GAT ve NKT ile GİB'ni ölçmüş, en yüksek GİB değerlerinin DKT ile ölçüldüğünü bildirmiştir. Ölçüm ortalamalarını sırasıyla 14.3 mmHg, 11.1 mmHg ve 8.1 mmHg olarak bulmuşlardır. Özbek ve ark.¹⁵ ise çalışmalarında DKT ölçümlerini GAT'a göre 2.7 mmHg, Tonopen'e göre ise 3.2 mmHg daha yüksek bulmuştur. Lanza ve ark.¹⁶ sağlıklı bireylerde, keratokonumlu hastalarda ve miyopik fotorefraktif cerrahi geçirmiş hastalarda GAT, DKT ve NKT'lerden olan Ocular Response Analyser (ORA) ve Corvis ST ile GİB ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, keratokonumlu gözlerde DKT ile en yüksek ölçümü elde ettiklerini, diğer 3 cihaz ile benzer ölçüm elde etmekle birlikte, ORA ile en düşük ölçümleri elde ettiklerini bildirmişlerdir. Barreto ve ark.¹⁷ da keratokonumlu gözlerde GİB ortalamasını GAT ile 10.3 mmHg, DKT ile 14.6 mmHg olarak ölçmüş, DKT ölçümlerini GAT'a göre 4.3 mmHg daha yüksek bulmuştur.

Çalışmamızda GAT ile GİB ölçümleri DKT ile GİB ölçümlerinden çok düşük fark da olsa daha yüksek bulunmasına rağmen bu iki tonometre arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu istatistiksel sonuç her ne kadar iki cihazın bu olgularda aynı sonuçları verdiğini kanıtlamasa da arada çok büyük farklar olmadığına işaret etmektedir. Bizim sonuçlarımızda GAT ölçümlerinin DKT'den az da olsa yüksek olmasının nedeni santral kornea kalınlığı ve astigmatizmaya göre GİB değerlerinin düzeltilmesi olabilir. NKT ölçümlerinde ise, diğer iki tonometreden daha düşük ölçüm alınmış ve bu ölçümler arasında istatistiksel olarak ileri de- recede anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Tonometrelerin ölçüm sonuçlarının GAT ile uyumluluğu istatistiksel uyum testleri ile değerlendirildi. Uyum oranı, GAT ile NKT arasında 0.11 GAT ile DKT arasında ise 0.51 olarak bulundu. Bu sonuçlara göre, keratokonumlu olgularda GİB takibi yapılırken NKT ile GAT farklı muayene günlerinde birbirlerinin yerine kullanılmaları uygun değildir. Her ne kadar DKT kullanılarak güvenilir GİB ölçümlerinin yapılabileceğini bildiren çalışmalar^{14,18} olsa da, keratokonusta DKT sonuçlarına da temkinle yaklaşılmasının daha uygun olacağı anlaşılmaktadır. Nitekim, Meyenberg ve ark.¹⁹, keratokonumlu hastalarda ve keratoplasti geçirmiş gözlerdeki çalışmalarında, irregüler korneanın biyomekanik özelliklerinin DKT ve GAT ölçümlerini değişen oranlarda etkileyebileceğini bildirmişlerdir.

Bland-Altman grafiklerinde görüldüğü gibi GAT ve DKT arasındaki farkların ortalaması '0' a yakın olup biası düşük ölçüldü, yani bu iki yöntem arasında istatistiksel olarak iyi bir uyum (0.51) söz konusudur (Grafik 1). Ancak bu oran klinik olarak değerlendirildiğinde zayıf bir ilişki söz konusu olup birbirlerinin yerine kullanılmaları uygun olmayabilir. GAT ile NKT arasındaki farkların ortalaması '4'ün üzerinde olup biası yüksek bulunduğundan, bu iki tonometre uyumsuz olarak tespit edildi (Grafik 2).

Dikkati çeken bir diğer husus, NKT ve DKT ile bazı olgularda, deneyimli kişilerin bile GİB'i ölçememesidir. Bu durumda cihazlar ölçüm sonucunda herhangi bir GİB değeri verememektedirler. Çalışmamızda NKT'de bu oran %11 civarında bulundu. Bu oranın, normal kornealı olgularda çok daha düşük olacağına inanıyoruz. Nitekim literatürde, ölçüm alınamama durumu ile ilgili bir bilgiye rastlamadık. Ölçüm alınamayan olgularda korneal astigmatizma ortalaması, ölçüm alınabilenlerin astigmatizma ortalamasından, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, ölçüm alınamama durumunun bir sebebinin keratokonustaki yüksek korneal astigmatizma olabileceğini düşündürmektedir. Ancak bazı yüksek astigmatizmalı olgularda ölçüm alınabilmesi, keratokonustaki korneanın değişen biyomekanik özellikleri gibi başka faktörlerin de bu sonuçta etkili olabileceği kanaatini oluşturdu.

Q skoru DKT ölçüm kalitesini vermektedir. İlk bakışta, skoru 1 olan ölçümlerin, yani en kaliteli olarak yapılan ölçümlerin, altın standart olan GAT ile daha uyumlu olacağı değerlendirilmiştir. Ancak elde edilen sonuçlar, Q kalite değerinin GİB ölçümü ile doğrusal bir ilişkisinin bulunmadığını göstermiştir.

NKT ile ölçülen gözlerin, yaklaşık %20'sinde altın standart ölçüm yöntemi olan GAT'den ortalama 8,8 mmHg daha düşük ölçüm verdiği saptandı. Bu fark hastanın klinik takibini, tıbbi ve cerrahi tedavi kararlarını çok ciddi olarak etkileyeceğinden, günümüz klinik uygulamalarında kabul edilebilir olmaktan çok uzaktır. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan, NKT'nin bir modeli olan Keeler EasyEye tonometre, özellikle keratokonusu gibi korneanın sıra dışı olduğu olgularda kullanılmaması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu çalışma verileri ışığında, Keeler EasyEye model tonometre kliniğimiz rutin uygulama pratiğinden çıkarılmıştır. Nitekim cihazın üreticisi firma da güncellemeler ve iyileştirmeler yaparak cihazın "Keeler intellipuff tonometer" gibi daha yeni modellerini geliştirmiştir. Korneal refraktif cerrahi ve keratokonusta çapraz bağlama tedavilerinin popüler olduğu günümüzde, NKT'nin sunduğu avantajlardan yararlanmak için daha gelişmiş ve anormal kornealarda da sağlıklı ölçüm yapabilen modellerin üretilmesi ve kullanılması gerektiğini düşünüyoruz.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Bayar SA, Akman A, Çetinkaya A ve ark. Rebound tonometresi ve Goldmann applanasyon tonometresinin klinik olarak karşılaştırılması: Santral kornea kalınlığının etkisi. *Glo-Kat* 2012; 7:177-83.
2. Çağlar Ç, Karpuzoğlu N, Batur M ve ark. Yüksek göz içi basınca sahip gözlerde Goldmann applanasyon tonometresi, Dijital kontur tonometre ve Tonopenin karşılaştırılması ve santral korneal kalınlığın ölçüm sonuçlarına etkisi. *Glo-Kat* 2012; 7:84-90.
3. Sarıcaoğlu MS. Yeni tonometreler ve göz içi basıncı ölçümünde yeni tartışma: Korneanın biyomekanik özellikleri. *Glo-Kat* 2010;5:67-74.
4. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert Y C. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma*. 2005;14:344-50.
5. Bhan A, Browning AC, Shah S et al. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002;43(5):1389-92.
6. Eser E, Başer EF, Seymenoğlu G. Dinamik kontur tonometre, Nonkontakt tonometre, Tonopen ve Goldmann applanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçümlerinin santral korneal kalınlığı ile ilişkisi. *Glo-Kat*. 2008;3:107-12.
7. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review: a meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol* 2000; 44:367-408.
8. Doganay S, Er H, Cumhurcu T ve ark. Keratokonuslu olgularda santral kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümüne etkisi. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2002; 11:207- 11.
9. Duba I, Wirthlin AC. Dynamic contour tonometry for postLASIK intraocular pressure measurements. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2004; 221: 347-50.
10. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003; 135: 620-7.
11. Gkika MG, Labiris G, Kozobolis VP. Tonometry in keratoconic eyes before and after riboflavin/UVA corneal collagen crosslinking using three different tonometers. *Eur J Ophthalmol*. 2012;2: 142-52.
12. Kymionis GD, Grentzelos MA, Kounis GA et al. Intraocular pressure measurements after corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet A in eyes with keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1724-7.
13. Tuncer Z, Erdem S. Çapraz Bağlama Tedavisi Göz İçi Basıncı Ölçüm Değerlerini Etkiliyor Mu? *Glo-Kat* 2012; 7:184-8.
14. Ocakoğlu Ö, İskeleli G, Uçar D. Keratokonuslu gözlerde pascal dinamik kontür tonometresi ile göz içi basınç ölçümü. *T. Oft. Gaz.* 2008;38(3):185-90.
15. Ozbek Z, Cohen EJ, Hammersmith KM et al. Dynamic contour tonometry: a new way to assess intraocular pressure in ectatic corneas. *Cornea*. 2006;25:890-4.
16. Lanza M, Iaccarino S, Mele L et al. Intraocular pressure evaluation in healthy eyes and diseased ones using contact and non contact devices. *Cont Lens Anterior Eye*. 2015;16. pii: S1367-0484(15)30030-8.
17. Barreto J Jr, Babic M, Vessani RM, et al. Dynamic contour tonometry and goldman applanation tonometry in eyes with keratoconus. *Clinics*. 2006;61:511-4.
18. Firat PG, Orman G, Doganay S et al. Influence of corneal parameters in keratoconus on IOP readings obtained with different tonometers. *Clin Exp Optom*. 2013;96:233-7.
19. Meyenberg A, Iliev ME, Eschmann R et al. Dynamic contour tonometry in keratoconus and postkeratoplasty eyes. *Cornea*. 2008;27:305-10.