

Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz İçi Basınç Değerlerinin Goldmann Applanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre ve Tonopen ile Karşılaştırılması ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi*

Comparison of Intraocular Pressure by Pascal Dynamic Contour Tonometry, Goldmann Applanation Tonometry, Non-contact Tonometry and Tono-pen and Effect of Central Corneal Thickness

Faruk ÖZTÜRK,¹ Tuncay KÜSBECİ,² Güliz YAVAŞ,² S. Samet ERMİŞ,³ Ümit KAPLAN,⁴ Ümit Übeyt İNAN³

ÖZ

Amaç: Pascal Dinamik Kontur Tonometri (DKT) ile elde edilen göz içi basınç (GİB) değerlerinin Goldmann applanasyon tonometri (GAT), nonkontakt tonometri (NKT), tonopen ölçüm değerleri ile karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığı (SKK) ile korelasyonunun değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Rutin oftalmolojik muayenesinde oküler patoloji saptanmayan 106 hastanın 106 gözü çalışmaya dahil edildi. SKK, ultrasonik pakimetri (Quentel Medical Clermont-Fernand, Fransa) ile, GİB değerleri ise DKT (SMT, Swiss Microtechnology, İsviçre), GAT (Nikon, Japonya), NKT (Topcon CT- 80, Japonya) ve Tonopen (Tonopen XL, Medtronic Solan, ABD) ile ölçüldü. Tüm ölçümler 5 dakika ara ile üç kez tekrarlandı. Yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak ölçüm metodları ile elde edilen GİB değerleri ANOVA, GİB değerlerinin SKK ile korelasyonu ise Pearson korelasyon analizi ile istatistiksel olarak değerlendirildi..

Bulgular: Ortalama GİB, DKT ile 16.1 ± 2.7 mmHg, GAT ile 14.0 ± 2.7 , NKT ile 14.3 ± 3.0 ve tonopen ile 14.5 ± 3.0 mmHg idi. DKT ile bulunan GİB ölçüm değerleri GAT'e göre 2.0 ± 2.5 mmHg, NKT'e göre 1.7 ± 2.7 mmHg ve tonopen'e göre 1.5 ± 2.4 mmHg daha yüksekti ($p < 0.01$). SKK ortalama 530.9 ± 33 µm bulundu. GAT, NKT ve DKT ölçümleri SKK ile korelasyon gösterirken ($p < 0.05$) tonopen ölçümleri SKK ile korele değildi ($p > 0.05$).

Sonuç: DKT ile elde edilen GİB değerleri diğer ölçüm metodlarından daha yüksek olup, GAT, NKT ve DKT yöntemleri Tonopen hariç SKK'dan etkilenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pascal Dinamik Kontur Tonometri, Goldmann Applanasyon Tonometri, Non Kontakt Tonometri, Tonopen, Santral Kornea Kalınlığı.

ABSTRACT

Purpose: To compare the intraocular pressure (IOP) measurements obtained using Pascal Dynamic Contour Tonometer (PDCT), Goldmann Applanation tonometer (GAT), Non-contact tonometer (NCT) and Tono-pen and to correlate these with central corneal thickness (CCT) in eyes of normal healthy subjects.

Materials and Methods: IOP was measured with PDCT (SMT Swiss Microtechnology, Switzerland), GAT (Nikon, Japan), NCT (Topcon CT- 80, Japan) and tonopen (Tono-Pen XL, Medtronic Solan, USA) in random order in 106 eyes with normal corneas. CCT was measured using an ultrasonic pachymeter (Quentel Medical Clermont-Fernand, France). All measurements were repeated three times for each instrument. Mean values were evaluated with ANOVA and Pearson correlation analysis.

Results: Mean IOP was 16.1 ± 2.7 mmHg, 14.0 ± 2.7 , 14.3 ± 3.0 and 14.5 ± 3.0 mmHg for PDCT, GAT, NCT and tonopen, respectively. IOP values measured by PDCT were higher 2.0 ± 2.5 mmHg, 1.7 ± 2.7 mmHg, 1.5 ± 2.4 mmHg than GAT, NCT and tonopen values, respectively, and differences were found statistically significant ($p < 0.01$, ANOVA). Mean CCT was 530.9 ± 33 micrometer. PDCT, GAT and NCT values correlated with CCT ($p < 0.05$, Pearson correlation analysis). Tono-pen showed no significant correlation with CCT ($p > 0.05$, Pearson correlation analysis).

Conclusions: We detected that IOP values measured by PDCT were higher than other methods. PDCT, GAT and NCT, except tonopen, are affected by CCT in eyes with normal corneas of healthy subjects.

Key Words: Pascal Dynamic Contour Tonometer, Goldmann Applanation Tonometer, Non-Contact Tonometer, Tono-pen, Central Corneal Thickness.

Glo-Kat 2006;1:171-175

Geliş Tarihi : 13/02/2006

Kabul Tarihi : 06/07/2006

Received : February 13, 2006

Accepted: July 06, 2006

* Bu çalışma kısmen, 17-21 Eylül 2005 tarihlerinde Antalya'da yapılan 39. TOD Ulusal Oftalmoloji kongresinde poster olarak sunulmuştur.

1- Afyon Kocatepe Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D., Afyon, Prof. Dr.
2- Afyon Kocatepe Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D., Afyon, Yard. Doç. Dr.
3- Afyon Kocatepe Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D., Afyon, Doç. Dr.
4- Afyon Kocatepe Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D., Afyon, Dr.

1- M.D. Professor, Kocatepe University Department of Ophthalmology, Afyon / TURKEY ÖZTÜRK F., drfaruk@yahoo.com
2. M.D. Assistant Professor, Kocatepe University Department of Ophthalmology, Afyon / TURKEY KÜSBECİ T., tkusbeci@yahoo.com YAVAŞ G., gkumbar@tinet.net.tr
3. M.D. Associate Professor, Kocatepe University Department of Ophthalmology, Afyon / TURKEY ERMİŞ S.S., ssermis@yahoo.com İNAN U.U., uuinan@superonline.com

Correspondence: M.D. Assistant Professor Tuncay KÜSBECİ
Kocatepe University Department of Ophthalmology, Afyon / TURKEY

GİRİŞ

Göz içi basıncı (GİB) ölçümü glokomu olan olguların tanı ve takibinde önemli bir role sahiptir. Bu nedenle GİB'nin doğru ve güvenilir ölçümü gittikçe önem kazanmıştır. Günümüzde GİB ölçüm yöntemleri içinde Goldmann applanasyon tonometri (GAT) yaygın kullanılan, geniş kabul görmüş ve altın standart olarak kabul edilen yöntemdir. Kullanılan diğer ölçüm yöntemlerinde ikisi ise nonkontakt tonometri (NKT) ve Tonopen olup bu yöntemler de applanasyon metodu ile ölçüm yapmaktadır. Nonkontakt tonometre kornea yüzeyine hava üfleyerek temas olmaksızın GİB ölçülmesine olanak sağlar. Tonopen ise elde taşınabilen, kolay ölçüm yapabilen, kornea patolojisi olanlarda da GİB ölçümüne imkan sağlayan bir cihazdır.

GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin farklı kornea kalınlıklarından etkilendiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir.¹⁻⁵ Santral kornea kalınlığının (SKK) applanasyon tonometri yöntemleri ile yapılan GİB ölçümlerini etkilediği bilinmektedir. SKK'ı yüksek olan gözlerde applanasyon için daha fazla güç kullanılması gerekirken daha ince olan gözlerde düzleşme daha az güçle elde edilebilmektedir.^{6,7} Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) tarafından SKK ince olan gözlerin glokom gelişimi için daha fazla riskli olduğu belirtilmiştir. Oküler hipertansiyonu olan hastaların daha kalın SKK, normotansif glokomu olanların ise normalden ince SKK sahip olduğu çalışmalarla ortaya konmuştur.⁸⁻¹⁰ Günümüzde gerçek GİB değerinin saptanması ile erken tanını gecikmemesi ve gereksiz tedaviden kaçınmak amacıyla doğru GİB hesaplayabilmek için bazı GİB düzeltme tabloları ve formleri geliştirilmiştir.^{4,5,11}

Pascal Dinamik Kontur Tonometri (DKT), Kangiesser ve Robert tarafından, kornea kontur uygunluğunu değerlendirerek GİB ölçen yeni bir metod olarak sunulmuştur. DKT doğrudan ve devamlı GİB ölçümü yaparak kornea kalınlığından ve kornea kurvatüründen bağımsız değerler elde edilmesini sağlar. Cihazın silindirik ucunda 10.5 mm çaplı konkav yüzey, 7 mm çaplı temas yüzeyi ve 1.7 mm çapta piezo elektrik basınç sensörü yer almaktadır. Çalışma prensibi tonometre ile kornea ön yüzünün birbirine temas etmesi sonucu kornea iç yüzüne uygulanan basıncın aletin ucundaki sensörlerce okunması esasına dayanmaktadır. Yapılan ölçümlerin kornea kalınlığından bağımsız olabilmesi için, kornea eğrilik yarıçapı cihazın ucundaki yarıçaptan küçük olmalı, cihaz temas yüzeyi ile kornea arasındaki temas alanının çapı basınç sensör alanın çapından büyük olmalı ve kornea kalınlığı 300-700 mikrometre arasında olmalıdır.^{12,13}

Bu çalışma ile değişik SKK'a sahip normal bireylerde DKT ile elde edilen GİB değerlerini GAT, NKT ve Tonopen ölçüm değerleri ile karşılaştırmayı ve bu yöntemlerin SKK ile korelasyonunu değerlendirilmeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kliniğinin de muayene edilen ve rutin oftalmolojik muayenesinde oküler patoloji saptanmayan 106 hastanın 106 gözü çalışmaya dahil edildi. Korneasında ödem, skar, distrofi ve 3D üzerinde astigmatizması olanlar, GAT ile GİB 20 mmHg üzerinde ölçülenler, göz ile ilgili herhangi bir cerrahi, travma öyküsü olanlar ve hamileler çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastalardan bilgilendirilmiş onay formu alındı.

Tüm gözlere sırasıyla pakimetre, NKT, Tonopen, DKT ve GAT ile ölçüm yapıldı. Her bir cihaz farklı araştırmacı tarafından kullanıldı ve her cihaz değişiminde 10 dakika ara verildi. Ölçüm metodları arasında geçiş yapılırken sonuçlar maskelendi. SKK'ı ultrasonik pakimetri (Quantel Medical Clermont-Fernand, Fransa), GİB değerleri ise DKT (SMT Swiss Microtechnology, İsviçre), GAT (Nikon, Japonya), NKT (Topcon CT- 80, Japonya) ve Tonopen (Tono-Pen XL, Medtronic Solan, USA) ile ölçüldü. Tüm ölçümler 5 dakika ara ile üç kez tekrarlandı. Ölçümler öncesinde göze lokal anestezi amacıyla topikal proparacaine (Alcaine, Alcon, Türkiye) damlatıldı ve GAT ile yapılan ölçümlerde fluorescein sodyum 0,8 mg/ml boya (Alcon, Türkiye) kullanıldı. Tüm olgulardan ölçüm anında iki gözleri açık şekilde doktorun arkasına doğru bakmaları ve rahat nefes almaları istendi. DKT ile yapılan ölçümlerde doğru pozisyon cihazın verdiği uyarı sinyali alınmasıyla saptandı ve GİB değeri aynı pozisyonda 4-5 sn. sonra cihaz üzerindeki monitörden okundu.

Tüm ölçümlerin ortalamaları alınarak elde edilen GİB değerleri ANOVA testi ile, ikili karşılaştırmalar t testi ile, kullanılan GİB ölçüm metodu ile SKK arasındaki korelasyon ise Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi ve p<0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ölçüm metodları arasındaki GİB farklarının dağılımı Bland&Altman analizi ile gösterildi.

Tablo 1: Hastaların demografik özellikleri ve ortalama GİB değerleri.

Hasta sayısı	106
Ortalama yaş	47.08±11.7
Cinsiyet	
Kadın	52 (%49)
Erkek	54 (%51)
SKK (µm)	530.9±33
Ortalama GİB (mmHg)	
DKT	16.1±2.7
GAT	14.0±2.7
NKT	14.3±3.0
Tonopen	14.5±3.0

SKK: Santral kornea kalınlığı, GİB: Göz içi basıncı, DKT: Dinamik Kontur Tonometre, GAT: Goldman Aplanasyon Tonometresi, NKT: Nonkontakt Tonometre.

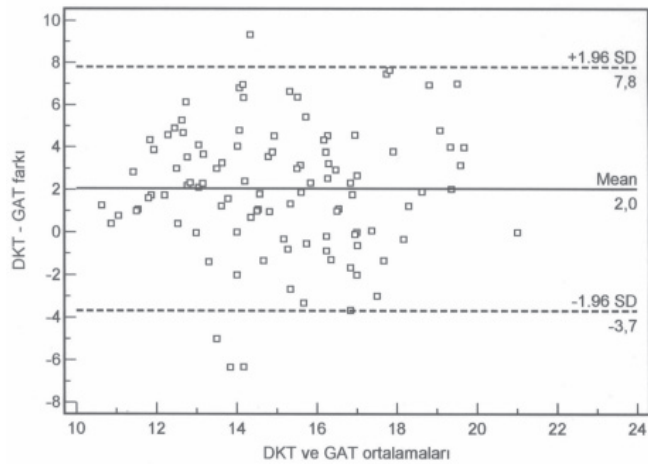
Tablo 2: GİB ölçüm yöntemleri arasındaki farklar.

GİB farkı (mmHg)	p değeri	
DKT-GAT*	2.0±2.5	0.001
DKT-NKT*	1.7±2.7	0.001
DKT-Tonopen*	1.5±2.4	0.001
GAT-NKT	-0.3±1.4	0.469
GAT-Tonopen	-0.5±3.5	0.174
NKT-Tonopen	-0.2±3.5	0.543

SKK: Santral kornea kalınlığı, GİB: Göz içi basıncı, DKT: Dinamik Kontur Tonometre, GAT: Goldman Applanasyon Tonometresi, NKT: Nonkontakt Tonometre *p<0.01 değeri istatistiksel olarak anlamlı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan 106 hastanın 52'si (%49) kadın 54'ü (%51) erkekti. Hastaların ortalama yaşı 47.08±11.7 yıldır. SKK, ortalama 530.9±33 µm bulundu (437 µm-594 µm). Ortalama GİB, DKT ile 16.1±2.7 mmHg, GAT ile 14.0±2.7, NKT ile 14.3±3.0 ve Tonopen ile 14.5±3.0 mmHg idi (Tablo 1). DKT ile yapılan GİB ölçüm değerleri GAT'e göre 2.0±2.5 mmHg, NKT'e göre 1.7±2.7 mmHg ve Tonopen'e göre 1.5±2.4 mmHg daha yüksekti. DKT ile elde edilen GİB ölçümleri ile diğer metodlarla elde edilen GİB değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0.001) (Şekil 1-2-3). GAT ve NKT (-0.3±1.4 mmHg), GAT ve Tonopen (-0.5±3.5 mmHg), NKT ve Tonopen (-0.2±3.5 mmHg) ile yapılan GİB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (sırasıyla p=0.469, p=0.174, p=0.543) (Tablo 2). GAT (r=0.38, p=0.001), NKT (r=0.39, p=0.001) ve DKT (r=0.20, p=0.033) ölçümleri ile SKK korelasyon gösterirken ve Tonopen ölçümleri ile SKK korele değildi (r=0.09, p=0.178), (Tablo 3).



Şekil 1: DKT ve GAT ile ölçülen GİB farklarının Bland&Altman analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir. Her iki metotla elde edilen farklar ±5.7 mmHg içerisinde bulunmuştur. DKT: Dinamik Kontur Tonometre, GAT: Goldman Applanasyon Tonometresi, GİB: Göz içi Basıncı.

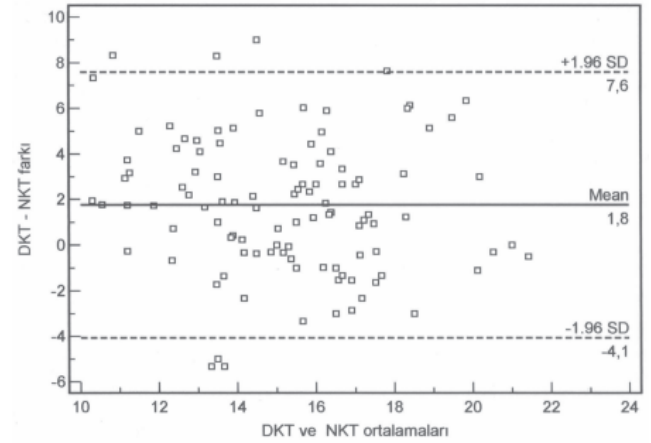
Tablo 3: SKK ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri.

	DKT*	GAT*	NKT*	Tonopen
r değeri	0.20	0.38	0.39	0.09
p değeri	0.033	0.001	0.001	0.179

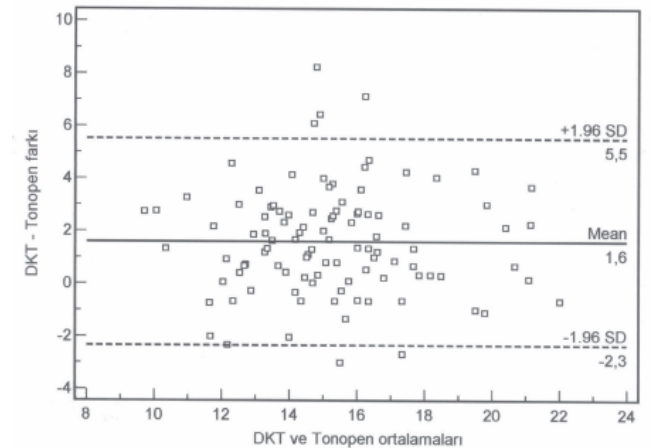
*p<0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı.

TARTIŞMA

DKT, kullanımı son yıllarda gittikçe yaygınlaşan, SKK, kornea rijiditesi, kurvatür ve ölçüm sırasında oluşan korneal deformiteden bağımsız GİB ölçümleri elde edilmesini amaçlayan bir cihazdır. Kangiesser ve ark. Goldman, Perkins, Schötz gibi diğer GİB ölçüm yöntemlerinde ortaya çıkan korneal etkilenmeyi ortadan kaldıran DKT ile ilgili teorik temelleri ve çalışma prensiplerini açıklamış-



Şekil 2: DKT ve NKT ile ölçülen GİB farklarının Bland&Altman analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir. Her iki metotla elde edilen farklar ±5.8 mmHg içerisinde bulunmuştur. DKT: Dinamik Kontur Tonometre, NKT: Nonkontakt Tonometre, GİB: Göz içi Basıncı.



Şekil 3: DKT ve Tonopen ile ölçülen GİB farklarının Bland&Altman analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir. Her iki metotla elde edilen farklar ±3.9 mmHg içerisinde bulunmuştur. DKT: Dinamik Kontur Tonometre, GİB: Göz içi Basıncı.

lar ve bu yöntemin GİB ölçümünde meydana gelen sistematik hataları ortadan kaldırdığını belirtmişlerdir.^{12,13} Bu hata kaynaklarından kaçınılabilmek için çalışmamızda da rutin oftalmolojik muayenesinde kornea kurvaturunu ve kalınlığını değiştirerek GİB ölçümünü etkileyebilecek skar, nefelyon, önceden geçirilmiş travma, göz içi enfeksiyon, cerrahi ve 3 dioptrinin üzerindeki astigmatizması olan gözler çalışma dışı bırakılmıştır.

SKK, ilk kez Goldmann ve Schmith tarafından önerilen applanasyon tonometresinin en önemli hata kaynaklarından birisi olarak belirtilmiştir. Kornea kalınlığı yanında kornea rijiditesi de GİB ölçümünü etkileyebilmektedir. Goldmann, kullanılan applanasyon tonometresi için yapılan hesaplamalarda, optik pakimetri ile ölçtükleri ortalama SKK'nı 520 μm olarak kalibre etmiştir. GAT ile yapılan GİB ölçümlerinde kalın kornealarda daha yüksek, ince kornealarda ise daha düşük ölçümler elde edildiğini belirten çalışmalar mevcuttur. Bazı çalışmalarda ise applanasyon ile yapılan ölçümlerden sonra her 0,1 mm SKK değişimi için 1-6.8 mmHg arasında eklemeye yapılarak GİB'nin yeniden hesaplanması gerektiği belirtilmektedir.^{1,5,11} Yıldırım ve ark.primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OH), normotansif glokom (NTG) ve kontrol gözlerinde SKK ile GİB arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm olgularda anlamlı korelasyon saptamışlar ve GİB değerlendirilmesinde SKK'nın da göz önünde bulundurulmasını önermişlerdir.¹⁴ Feltgen ve ark. ise direkt intrakameral GİB ölçüm değerleri ile applanasyon metodu ile elde ettikleri GİB değerlerinin korele olduğunu, applanasyon ile elde edilen GİB değerlerinin SKK'dan bağımsız olup klinik uygulamalarda kornea kalınlığına bağlı tekrar GİB hesaplanmasına gerek olmadığını belirtmişlerdir.¹⁵

SKK ölçümünde kullanılan optik pakimetre, Bowman tabakası ile Descement membranı arasındaki kalınlığı ölçerken, ultrasonik pakimetre ile kornea epitelinden endotele kadar olan kalınlık ölçülmektedir. Bu nedenle ultrasonik pakimetre ile elde edilen SKK ölçümleri daha yüksek olabilmektedir. Çalışmamızda ortalama SKK 530 μm olup applanasyon cihazları için kalibrasyonda kullanılan SKK'a oldukça yakındır.

GAT, DKT, NKT ve Tonopen ile yapılan GİB ölçümlerinin SKK ile korelasyonunu değerlendirdiğimiz bu çalışmada GAT, NKT ve DKT ile elde edilen GİB değerleri SKK ile korelasyon gösterirken Tonopen ile elde edilen GİB değerleri korele değildi. Ku ve ark. sağlıklı korneaya sahip hastaların GAT ile ölçtükleri GİB değerlerinin, ultrasonik pakimetri (Cilco Sonometrics, USA) ile ölçtükleri SKK ile güçlü korelasyon gösterdiğini ($p=0.001$), DKT ile elde ettikleri GİB değerlerinin ise SKK'lığı ile korelasyonun istatistiksel olarak anlamlılık sınırında ($p=0.073$) olduğunu belirtmektedir.¹⁶ Özellikle kalın SKK olan olgularda GAT ile elde edilen GİB değerleri daha yüksek saptanırken DKT ile aynı gözlerde elde ettikleri GİB değerle-

rinin yüksekliğinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bu nedenle DKT ile özellikle ortalama SKK'dan farklı kornealarda GİB ölçümü yapılmasının daha anlamlı olduğunu vurgulamışlardır. Ku ve ark.¹⁶ yaptıkları araştırma PAAG, OHT gibi farklı tanı grupları içeren ortalama SKK 503 \pm 43 μm olan bir örneklem grubuna sahip olmakla beraber her biri eşit sayıda ($n=36$) göz içeren ince (400-481 μm), orta (485-518 μm) ve kalın (519-625 μm) SKK olgularından oluşmaktaydı. Bizim çalışmamız ise SKK açısından klinik uygulamada herhangi bir patoloji içermeyen rastgele seçilmiş olgulardan oluşmaktadır. Pache ve ark. sağlıklı korneaya sahip 100 göz içeren çalışmalarında ortalama SKK 533 \pm 48 μm saptarken GAT ve DKT'nin SKK ile korelasyon göstermediğini belirtmiştir. Çalışmalardaki farklı sonuçlar, seçilen örneklem grubunun ve SKK dağılımının DKT ile elde edilen GİB ile SKK ilişkisinin belirlenmesinde rolünün önemli olduğuna işaret etmektedir.¹⁷

Çalışmamızda Tonopen ile ölçülen GİB değerlerinin SKK'dan bağımsız olduğu saptanmıştır. Bhan ve ark. GAT, Tonopen ve Ocular Blood Flow (OBF) pnömotonometre ile yapılan ölçümlerin değişik düzeylerde SKK'dan etkilendiğini, bu etkilenmenin Tonopende en az, OBF pnömotonometresinde ise en yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.⁴ Tonnu ve ark. GAT, Tonopen, NKT ve OBF tonometri yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, tüm yöntemlerin SKK'dan etkilendiklerini ancak NKT'de bu etkilenmenin en yüksek düzeyde olduğunu saptamışlardır.¹⁸ Akman ve ark.¹⁹ SKK'nın NKT ile ölçülen GİB değerlerine etkisini inceledikleri çalışmalarında NKT ölçümlerinin SKK'dan etkilendiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da NKT değerleri ile SKK arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon mevcuttu.

Kornea kalınlığından bağımsız olarak GİB ölçülebilmesi refraktif amaçlı kornea cerrahisi geçiren gözlerde ileriki yıllarda oluşabilecek glokom hastalığının tanımlanmasında önem taşımaktadır. GAT ile yapılan GİB değerleri refraktif cerrahi geçiren gözlerde korneanın incelenmesi sebebiyle yanlışlıkla düşük ölçülebilir.²⁰⁻²² Bunun önlenmesi için korneanın strüktürel yapısından etkilenmeyen DKT gibi GİB ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Kaufmann ve ark.²³ LASIK sonrası GAT ve DKT ile yapılan GİB ölçüm yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, cerrahi sonrası kornea incelenmesi ile birlikte GAT değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşme saptarken, DKT ile GİB değerlerinde herhangi bir düşme bulmamışlardır.

DKT ile elde edilen GİB değerleri diğer ölçüm metodlarından daha yüksek sonuçlar vermektedir. DKT ile ölçülen GİB değerleri ile diğer üç metodla elde edilen GİB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcut iken GAT, NKT ve Tonopen ile yapılan GİB ölçüm değerleri benzerdi. Pache ve ark.¹⁷ DKT ile GAT 'ini karşılaştırdıkları çalışmalarında, DKT ile GİB'nı ortalama 1

mmHg daha yüksek saptarken, Kangiesser ve ark.¹² 1.1 mmHg, Ku ve ark.¹⁶ ise 2 mmHg yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda da GİB ölçümlerinde DKT ile GAT arasında ortalama 2 mmHg, NKT ile 1.7 ve Tonopen ile 1.5 mmHg fark saptandı. Kniestedt ve ark. insan kadavra gözlerinde yaptıkları çalışmada DKT ile elde edilen GİB değerlerinin, GAT ve Pnömotometri ile elde edilene göre intrakameral manometrik GİB değerlerine daha yakın olduğunu gözlemişlerdir.²⁴

Force tonometri olarak adlandırılan GAT, NKT ve Tonopen kendilerine ait bazı avantajlar taşımaktadır. GAT ile yapılan ölçümler günümüzde glokom tanı ve takibinde altın standart olarak kabul edilirken, NKT'de göze temas olmaması, Tonopenin ise kornea patolojisi olan gözlerde bile GİB ölçümü yapılabilmesi avantajdır.^{25,26} DKT flouresein kullanımı gerektirmemesi, ölçüm anında sesli uyarı ile hasta kooperasyonun daha yüksek olması, kolay ve daha konforlu ölçüme imkan tanınması gibi avantajlara sahiptir. Fakat basınç sensörünün üzerindeki göze temas eden kılıfın hastadan hastaya değiştirilmesinin gerekmesi, bu değişimin ek zaman ve belli bir maliyet gerektirmesi dezavantajdır.

Klinik uygulamada cihazın ilk kullanım anında DKT ile yapılan ölçümlerin diğer metodlarla yapılan GİB değerlerinden daha yüksek sonuçlar vermesi şaşırtıcı olabilir. Literatürde DKT ile GAT sıklıkla karşılaştırılırken^{16,17} diğer yöntemlerden özellikle Tonopen ile yapılmış bir karşılaştırmaya rastlanmamıştır.

Çalışmamızda normal kornealı bireylerde yaptığımız DKT, GAT, NKT ve Tonopen ile yapılan karşılaştırmalarda, DKT ile elde edilen GİB değerleri diğer ölçüm metodlarına göre daha yüksekti. Bu nedenle glokom hastalarının tanı ve takibinde GAT ile daha önceden belirlenmiş kritik GİB değeri sayılabilen 20 mmHg sınırının, kişiye ait kritik GİB değeri olarak yeniden tanımlanması gerekebilir. Çalışmamızda DKT'nin SKK'ı ile korelasyonu, sınırlı olarak anlamlı saptanmakla birlikte daha farklı kornea kalınlığına sahip, farklı tanı grupları içeren ve daha geniş olgu serilerinin değerlendirilmesi DKT ve SKK ilişkisini daha iyi ortaya koyabilir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K: The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol.* 1993;115:592-596.
- Recep OF, Hasiripi H, Cagil N, et al.: Relation between corneal thickness and intraocular pressure measurement by non-contact and applanation tonometry. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:1787-179.
- Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, et al.: Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: the Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol.* 1997;123:767-772.
- Bhan A, Browning AC, Shah S. et al.: Effect of corneal thickness on ocular pressure measurements with pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer and Tonopen. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002;43:1389-1392.
- Stodtmeister R: Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmol Scand.* 1998;76:319-324.
- Whitacre MM, Stein R: Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol.* 1993;38:1-30.
- Bron AM, Creuzot-Garcher C, Goudeau-Boutillon S, et al.: Falsely elevated intraocular pressure due to increased central corneal thickness. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1999;237:220-224.
- Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, et al.: Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). *Ophthalmology.* 2001;108:1779-1788.
- Gordon MO, Baiser JA, Brandt JE, et al.: The ocular hypertension treatment study: Baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002;120: 714-720.
- Argus WA: Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology.* 1995;102:1810-1812.
- Herndon LW, Choudhri SA, Cox T, et al.: Central corneal thickness in normal, glaucomatous, and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol.* 1997;115:1137-1141.
- Kangiesser HE, Nee M, Kniestedt C, et al.: The theoretical foundations of dynamic contour tonometry. The Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology. Poster 350.
- Pascal Dynamic Contour Tonometer Operating Manuel, version 1.4, SMT Swiss Microtechnology AG. 2004:30-32.
- Yıldırım R, Oral Y, Bahçecioğlu H: Santral kornea kalınlığı ve göz içi basınç değerleri arasındaki ilişki. *T Oft Gaz.* 2000;30:319-323.
- Feltgen N, Leifert D, Funk J: Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings. *Br J Ophthalmol.* 2001;85:85-87.
- Ku JYF, Danesh-Meyer HY, Craig JP: Comparison of intraocular pressure measured by Pascal Dynamic Contour Tonometry and Goldmann applanation tonometry. *Eye.* 2005;1-8.
- Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S. et al.: Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2005;243:763-767.
- Tonnu PA, Ho T, Sharma K. et al.: A comparison of four methods of tonometry: method agreement and interobserver variability. *Br J Ophthalmol.* 2005;89:847-850.
- Akman A, Yaylalı V, Ünal M, et al.: Santral kornea kalınlığı ve Nonkontakt Tonometre. *MN-Oftalmoloji Dergisi.* 2000;7:240-242.
- Park HJ, Uhm KB, Hong C: Reduction in intraocular pressure after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27:303-309.
- Mardelli PG, Piebenga LW, Whitacre MM, et al.: The effect of excimer laser photorefractive keratectomy on intraocular pressure measurements using the Goldmann applanation tonometer. *Ophthalmology.* 1997;104:945-948.
- 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;30:746-751.
- Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA: Intraocular pressure measurements using dynamic contour tonometry after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44:3790-3794.
- Kniestedt C, Nee M, Stamper RL: Accuracy of dynamic contour tonometry compared with applanation tonometry in human cadaver eyes of different hydration states. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2005;243:359-366.
- Azuara-Blanco A, Bhojani TK, Sarhan AR, et al.: Tono-Pen determination of intraocular pressure in patients with band keratopathy or glued cornea. *Br J Ophthalmol.* 1998;82:634-636.
- Minckler DS, Baerdveldt G, Heuer DK, et al.: Clinical evaluation of the Ocular Tono-Pen. *Am J Ophthalmol.* 1987;104:168-173.