

Göz İçi Basıncı Ölçümünde Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması ve Santral Kornea Kalınlığının Ölçüm Sonuçlarına Etkisinin Değerlendirilmesi

Comparison of Different Methods for Measurement of Intraocular Pressure and Evaluation of Effect of Central Corneal Thickness on Measurement Results

Yıldırım Bayezit Şakalar, Uğur Keklikçi, Selahattin Balsak, Eyyüp Doğan, Kaan Ünlü

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye

Özet

Amaç: Normal gözlerde Goldmann applanasyon tonometresi (GAT), tonopen ve non-kontakt tonometre (NKT) ile göz içi basıncı (GİB) ölçümlerini karşılaştırmak ve ölçüm sonuçlarının santral kornea kalınlığı (SKK) ile ilişkisini belirlemek.

Gereç ve Yöntem: Oftalmolojik muayene ve görme alanında glokom şüphelenmeyen normal 41 olgunun 79 gözü çalışmaya dahil edildi. GİB ölçümleri GAT, tonopen ve NKT ile gerçekleştirildi. SKK ultrasonik pakimetre ile ölçüldü.

Sonuçlar: Ortalama GİB GAT ile $12,63 \pm 2,94$ mmHg, tonopen ile $8,51 \pm 2,66$ mmHg, NKT ile $13,34 \pm 3,88$ mmHg olarak ölçüldü. Ölçüm sonuçları açısından üç yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p < 0,05$). SKK ile tonopen arasında anlamlı korelasyon olmamasına rağmen ($p > 0,05$) SKK ile GAT ve SKK ile NKT arasında anlamlı korelasyon mevcuttu ($p < 0,05$).

Tartışma: Normal gözlerde GAT, NKT ve tonopen ile GİB ölçümleri arasında anlamlı farklılık mevcuttur. Normal gözlerde GAT ve NKT, SKK'dan anlamlı olarak etkilenmekte iken tonopen normal gözlerde SKK'dan diğer yöntemlere göre daha az etkilenbilir. (TOD Dergisi 2010; 40: 156-9)

Anahtar Kelimeler: Goldmann applanasyon tonometresi, göz içi basıncı, non-kontakt tonometre, santral kornea kalınlığı, tonopen

Summary

Purpose: To compare measurements of intraocular pressure (IOP) by Goldmann applanation tonometer (GAT), tonopen and non-contact tonometer (NCT) in normal eyes, and determine the relationship between the results of IOP measurement and central corneal thickness (CCT).

Material and Method: Seventy-nine eyes of 41 patients, whose ophthalmologic examination and visual field test revealed no glaucoma, were included into the study. IOP was measured by GAT, NCT and tonopen. CCT was measured with an ultrasonic pachymeter.

Results: The mean IOP measured by GAT was 12.63 ± 2.94 mmHg, by tonopen - 8.51 ± 2.66 mmHg and by NCT - 13.34 ± 3.88 mmHg. In terms of measurement results, there was a statistically significant difference between the three methods ($p < 0.05$). Although the correlation between tonopen and CCT was insignificant ($p > 0.05$), there was a significant correlation between GAT and CCT, as well as between NCT and CCT ($p < 0.05$).

Discussion: There was a significant difference between measurements of IOP by GAT, NCT and tonopen in normal eyes. Tonopen may not be affected by CCT in normal eyes, while a significant correlation existed between CCT and GAT or NCT in normal eyes. (TOD Journal 2010; 40: 156-9)

Key Words: Goldmann applanation tonometer, intraocular pressure, non-contact tonometer, central corneal thickness, tonopen

Giriş

Glokomun tanısı ve takibinde göz içi basıncı (GİB) ölçümü son derece önemlidir. GİB ölçümünde kullanılan Goldmann applanasyon tonometresi (GAT), non-kontakt tonometre (NKT) ve tonopen ile ölçümün temel meka-

nizması applanasyon yöntemidir. Bu yöntemler arasında en geçerli olan ve altın standart olarak kabul edilen GAT'dir. GİB ölçümünde kullanılan yöntem kadar santral kornea kalınlığı (SKK) da önemli bir etkidir (1,2). SKK'nın GAT ile GİB ölçüm sonuçlarını etkilediğine dair literatürde birçok çalışma bulunmaktadır (1-7). GAT ile

ince kornealarda GİB daha düşük ölçülürken kalın kornealarda daha yüksek ölçüm sonuçları elde edilmektedir. Bu nedenle GAT ile GİB ölçümünde SKK'ya bağlı olarak ortaya çıkacak hataları düzeltmek için nomogramlar düzenlenmiştir (8,9).

NKT ve tonopen, GAT'a benzer biçimde korneada bir düzleşme alanı oluşturma prensibinden hareketle GİB ölçümü sağlar. NKT bu amaçla bir hava üflemesi kullanır ve ölçüm için anestezi uygulamasına gerek yoktur. Tonopenle ölçüm için GAT'ta olduğu gibi topikal kornea anestezisi sağlanması gerekir. GAT'tan farklı olarak tonopen, ölçüm için daha küçük bir düzleştirme alanı oluşturur (10). SKK'nın GİB ölçümü üzerine etkisini bildiren birçok çalışma GAT ile yapılmış olmakla birlikte diğer tonometrelerin de bu problemi paylaştığına dair veriler ortaya çıkmaktadır (5,7,11). Biz, bu çalışmada normal gözlerde GAT, tonopen ve NKT ile elde edilen ölçümler arasındaki farklılıkları ve her bir ölçüm yöntemi için SKK'nın ölçüm sonuçlarına etkisini değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Kliniği'ne başvuran, GİB ölçümü ve görme alanı incelemesi sonucunda glokom saptanmayan sağlıklı 41 olgunun 79 gözü çalışmaya dahil edildi. Olgulardan çalışma öncesinde bilgilendirilmiş onam formu alındı. Daha önceden göz cerrahisi geçiren, korneada sonucu etkileyebilecek herhangi bir patolojisi mevcut olan, glokom ya da glokom dışında göz hastalığı bulunan ve antiglokomatöz ilaç kullanan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

GİB ölçümleri GAT (Inami, Japan), tonopen (Tono-Pen XL, Medtronic Solan, USA) NKT (Canon TX-10, Japan) ile SKK ölçümleri ise ultrasonik pakimetre (Nidek UP 1000, Japan) cihazı ile yapıldı. GAT ve tonopen ile ölçümler öncesinde topikal proparacaine (Alcaine, Alcon, ABD) ile kornea anestezisi sağlanırken NKT ile ölçüm öncesinde herhangi bir anestezi uygulanmadı. Bütün GİB ölçümleri GAT, tonopen ve NKT sırası ile yapıldı. Ölçümler arasında en az 30 dakika beklendi. GAT, tonopen ve NKT ile GİB ölçümü her bir yöntem için aynı kişiler tarafından yapıldı ve sonuçlar birbirinden habersiz olarak kaydedildi. SKK ölçümleri ultrasonik pakimetre ile yapıldı ve SKK ölçümünden standart deviasyonu en düşük olanının alınması ile belirlendi.

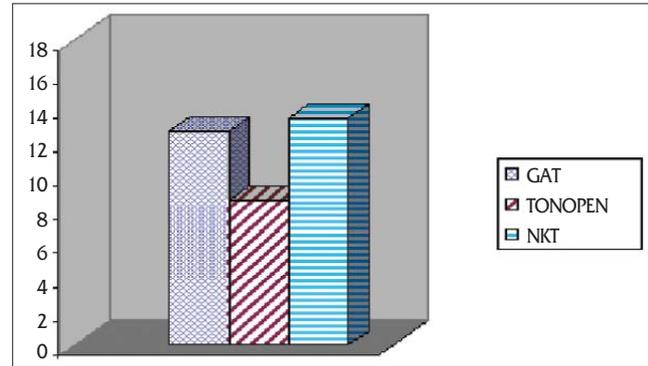
İstatistiksel değerlendirmeler SPSS v11.5 programında çoklu karşılaştırmalar için One-way ANOVA testi ve SKK ile yöntemler arasındaki korelasyonun belirlenmesinde Pearson korelasyon analizi kullanılarak yapıldı. $p < 0,05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar

Olguların ortalama yaşı $42,18 \pm 14,66$ olup, 21'i erkek ve 20'si kadındı. Ortalama SKK $541,04 \pm 28,82$ μm olarak bulundu. Ölçüm yöntemine göre GİB ölçüm sonuçlarının dağılımı Şekil 1'de görülmektedir. Ortalama GİB GAT ile $12,63 \pm 2,94$ mmHg, tonopen ile $8,51 \pm 2,66$ mmHg, NKT ile $13,34 \pm 3,88$ mmHg olarak bulundu. GİB ölçüm sonuçları açısından üç yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 1). Çalışmamızda GAT'a göre NKT ile $0,71 \pm 0,94$ mmHg daha yüksek ölçüm elde edilirken, tonopen ile $4,12 \pm 0,28$ mmHg daha düşük ölçüm elde edildi. SKK ile GAT ve SKK ile NKT arasında anlamlı korelasyon saptandı (sırasıyla $r = 0,27$, $p = 0,016$; $r = 0,34$, $p = 0,002$). SKK ile tonopen arasında ise anlamlı korelasyon saptanmadı ($r = -0,05$, $p = 0,631$).

Tartışma

GİB'in doğru bir şekilde ölçümü glokom tanı ve takibinde son derece önemlidir. GİB'in belirlenmesinde günümüzde birçok farklı ölçüm yöntemi kullanılmaktadır. Bu ölçüm yöntemleri ile elde edilen sonuçların doğruluğu ile yöntemlerin avantajları ve dezavantajları konusunda tartışmalar sürmektedir. Ancak klinik kullanımda GAT hala altın standart olarak kabul edilmektedir. Literatürde farklı ölçüm yöntemlerini karşılaştıran birçok çalışma mevcuttur. Bu ölçüm yöntemlerinden tonopen ve GAT ile ölçümler arasında uyum olduğunu bildiren çalışmalar (12-15) olduğu gibi, iki yöntem arasında korelasyon olmadığını bildiren ça-



Şekil 1. Ölçüm yöntemine göre GİB ölçüm sonuçlarının dağılımı

Tablo 1. GİB açısından ölçüm yöntemleri arasında istatistiksel karşılaştırma sonuçları

	GAT	Tonopen	NKT
GAT	-	$p < 0,0001$	$p = 0,038$
Tonopen	$p < 0,0001$	-	$p < 0,0001$
NKT	$p = 0,038$	$p < 0,0001$	-

GAT: Goldman aplanasyon tonometresi
NKT: Nonkontakt tonometre
 $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmektedir

lışmalar da mevcuttur (16-20). Bir çalışmada tonopen ve GAT ile elde edilen ölçümler arasında 20 mmHg'nin altı için iyi bir uyum olduğu ancak 20 mmHg'nin üstündeki basınçlar için tonopenin anlamlı olarak daha düşük ölçüm yapma eğilimi gösterdiği bildirilmiş ve tonopenin güvenilirliğinin GAT ile karşılaştırılabilir olduğu savunulmuştur (12). NKT lümleri ile GAT ve tonopen ölçümlerini karşılaştıran bazı çalışmalarda ise NKT'nin anlamlı olarak GİB'i diğer adı geçen ölçüm yöntemlerinden daha yüksek ölçüme eğiliminde olduğu bildirilmektedir (7,21). Çalışmamızda da bu verilerle uyumlu olarak tonopen ile GAT'a göre daha düşük GİB lüm değerleri elde edilirken, NKT ile GAT'a göre daha yüksek GİB lümleri elde edilmiştir.

Aplanasyon esasına dayanarak ölçüm yapan GAT, tonopen ve NKT için ölçüm sonucunu etkileyen en önemli unsurlardan biri SKK'dır. Tonnu ve ark. tonopen, GAT, NKT ve pnömotonometre ile GİB ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında tüm yöntemlerin SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir. Aynı alışmada NKT'nin SKK'dan GAT'a göre anlamlı olarak daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir (21). Diğer bazı çalışmalarda da bu sonuçları destekleyen veriler elde edilmiştir (22-24). Akman ve ark. NKT ile GİB lümlerinin SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir (25). Öztürk ve ark. alışmalarında GAT, NKT ve dinamik kontur tonometre ile SKK arasında korelasyon olduğunu ancak tonopen ile SKK arasında korelasyon bulunmadığını bildirmişlerdir (26). Glokomlu gözlerde de SKK ile GAT ve NKT arasında anlamlı korelasyon olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (21,27). Çalışmamızda daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak normal gözlerde GAT ve NKT'nin SKK'dan anlamlı olarak etkilendiği bulunmuştur. Tonopen ile elde edilen ölçümlerin ise Öztürk ve ark.'nın çalışmaları ile uyumlu olarak SKK'dan anlamlı olarak etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmamızda GAT ve NKT ile SKK arasında anlamlı korelasyon mevcut iken tonopen ile SKK arasında anlamlı korelasyon bulunmadı. Ancak yapılan bazı çalışmalarda tonopenin de SKK'dan etkilendiği bildirilmiştir (21,28). Tonnu ve ark. SKK'da her 10 µm'lik artış için lülen GİB değerinde GAT ile 0.28 mmHg, tonopen ile 0,31 mmHg, NKT ile 0,46 mmHg artış bildirmişlerdir (21). Bazı çalışmalarda tonopenin SKK'dan daha az etkilenmesi ölçüm sırasında GAT'tan daha küçük bir aplanasyon alanı oluşturmasına bağlanmıştır (29,30).

Sonuç olarak normal gözlerde en yüksek GİB lümleri NKT ile elde edilmektedir ve GAT ve NKT, SKK'dan anlamlı olarak etkilenmektedir. Dolayısı ile glokom tani ve takibinde GİB lümlerinde NKT'nin yüksek ölçümü göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca GAT ve NKT ile elde edilen GİB değerlerinde SKK'nın etkisi gözönüne alınmalıdır. Tonopen ise SKK'dan daha az etkilenebilir alternatif bir ölçüm yöntemi olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte çalışmamızın sonuçlarının desteklenmesi için bu konuda yapılmış daha geniş serili çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Kaynaklar

1. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol.* 1975;53:34-43. [Abstract]
2. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol.* 1993;115:592-6. [Abstract]
3. Ehlers N, Hansen FK, Aasved H. Biometric correlation of corneal thickness. *Acta Ophthalmol.* 1975;53:652-9. [Abstract] / [PDF]
4. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, Grobbee DE, Hofman A, de Jong PT. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol.* 1997;123:767-72. [Abstract]
5. Bhan A, Browning AC, Shah S, Hamilton R, Dave D, Dua HS. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002;43:1389-92. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
6. Gunvant P, Baskaran M, Vijaya L, Joseph IS, Watkins RJ, Nallapothula M, et al. Effect of corneal parameters on measurements using the pulsatile ocular blood flow tonograph and Goldmann applanation tonometer. *Br J Ophthalmol.* 2004;88:518-22. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
7. Ko YC, Liu CJ, Hsu WM. Varying effects of corneal thickness on intraocular pressure measurements with different tonometers. *Eye.* 2005;19:327-32. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
8. Stodtmeister R. Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmol Scand.* 1998;76:319-24. [Abstract]
9. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann type tonometers. *Surv Ophthalmol.* 1993;38:1-30.
10. Mok KH, Wong CS, Lee VW. Tono-Pen tonometer and corneal thickness. *Eye.* 1999;13:35-7. [Abstract]
11. Dohadwala AA, Munger R, Damji K. Positive correlation between Tono-Pen intraocular pressure and central corneal thickness. *Ophthalmology.* 1998;105:1849-54. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
12. Horowitz GS, Byles J, Lee J, D'Este C. Comparison of the Tono-Pen and Goldmann tonometer for measuring intraocular pressure in patients with glaucoma. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2004;32:584-9. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
13. Boothe WA, Lee DA, Panek WC, Pettit TH. The Tono-Pen. A manometric and clinical study. *Arch Ophthalmol.* 1988;106:1214-7. [Abstract] / [PDF]
14. Kao S, Lichter P, Bergstrom TJ, Rowe S, Musch DC. Clinical comparison of the Oculab Tono-Pen to the Goldmann applanation tonometer. *Ophthalmology.* 1987;94:1541-4. [Abstract]
15. Minckler D, Baerveldt G, Heuer DK, Quillen-Thomas B, Walonker AF, Weiner J. Clinical evaluation of the Oculab Tono-Pen. *Am J Ophthalmol.* 1987;104:168-73. [Abstract]
16. Eisenberg DL, Sherman BG, McKeown CA, Schuman JS. Tonometry in adults and children. A manometric evaluation of pneumatonometry, applanation and Tono-Pen in vitro and in vivo. *Ophthalmology.* 1998;105:1173-81. [Abstract] / [PDF]
17. Farrar SM, Miller KN, Shields MB, Stoup CM. An evaluation of the Tono-Pen for the measurement of diurnal intraocular pressure. *Am J Ophthalmol.* 1989;107:411-6. [Abstract]
18. Kooner KS, Cooksey JC, Barron JB, Zimmerman TJ, Gupte RK, Wall JL. Tonometry comparison: Goldmann versus Tono-Pen. *Ann Ophthalmol.* 1992;24:29-36. [Abstract]

19. Geyer O, Mayron Y, Loewenstein A, Neudorfer M, Rothkoff L, Lazar M. Tono-Pen tonometry in normal and post-keratoplasty eyes. *Br J Ophthalmol*. 1992;76:538-40. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
20. Midelfart A, Wiggers A. Clinical comparison of the ProTon and Tono-Pen tonometers with the Goldmann applanation tonometer. *Br J Ophthalmol*. 1994;78:895-8. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
21. Tonnu PA, Ho T, Newson T et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:851-4. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
22. Graf M. Significance of the corneal thickness in non-contact tonometry. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 1991;199:183-6. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
23. Matsumoto T, Makino H, Uozato H, Saishin M, Miyamoto S. The influence of corneal thickness and curvature on the difference between intraocular pressure measurements obtained with a non-contact tonometer and those with a Goldmann applanation tonometer. *Jpn J Ophthalmol*. 2000;44:691. [[Abstract](#)]
24. Recep OF, Hasiripi H, Cagil N, Sarikatipoğlu H. Relation between corneal thickness and intraocular pressure measurement by noncontact and applanation tonometry. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:1787-91. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
25. Akman A, Yaylalı V, Ünal M, Ermiş S, Taşındı E. Santral kornea kalınlığı ve non-kontakt tonometre. *MN-Oftalmoloji Dergisi*. 2000;7:240-2.
26. Ozturk F, Kusbeci T, Yavas G, Ermiş SS, Kaplan Ü, İnan ÜÜ. Pascal dinamik kontur tonometre ile ölçülen göz içi basınç değerlerinin Goldmann applanasyon tonometresi, non kontakt tonometre ve tonopen ile karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının etkisi. *Glokom-Katarakt*. 2006;1:171-5. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
27. Grieshaber MC, Schoetzau A, Zawinka C, Flammer J, Orgul S. Effect of central corneal thickness on dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2007;125:740-4. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
28. Salvetat ML, Zeppieri M, Tosoni C, Brusini P. Comparisons between Pascal dynamic contour tonometry, the TonoPen, and Goldmann applanation tonometry in patients with glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007;85:272-9. [[Abstract](#)] / [[Full Text](#)] / [[PDF](#)]
29. Orsengo GJ, Pye DC. Determination of the true intraocular pressure and modulus of elasticity of the human cornea in vivo. *Bull Math Biol*. 1999;61:551-72. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]
30. Gloster J, Perkins ES. The validity of the Imbert-Fick law as applied to applanation tonometry. *Exp Eye Res*. 1963;44:274-83. [[Abstract](#)] / [[PDF](#)]