

Sağlıklı Bireylerde Göz İçi Basınç Ölçümünde Tepkisel Tonometrinin, Havalı Tonometri ve Goldmann Aplanasyon Tonometrisiyle Karşılaştırılması

Comparison of Intraocular Pressure Measured with Rebound Tonometer, Pneumotonometer and Goldmann Applanation Tonometer in Healthy Individuals

Yrd.Doç.Dr. Bengü EKİNCİ KÖKTEKİR,^a
Yrd.Doç.Dr. Berker BAKBAK,^a
Doç.Dr. Şansal GEDİK,^a
Dr. Hüseyin GÜZEL,^a
Prof.Dr. Ömer Kamil DOĞAN^a

^aGöz Hastalıkları AD,
Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi,
Konya

Geliş Tarihi/Received: 14.10.2011
Kabul Tarihi/Accepted: 20.03.2012

*Bu çalışma kısmi olarak,
45. TOD Ulusal Kongresi
(5-9 Ekim 2011, Gime-Kıbrıs)'nde
sözlü sunum olarak sunulmuştur.*

Yazışma Adresi/Correspondence:
Yrd.Doç.Dr. Bengü EKİNCİ KÖKTEKİR
Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları AD, Konya,
TÜRKİYE/TURKEY
benguekinci@hotmail.com

ÖZET Amaç: Sağlıklı bireylerde göz içi basınç ölçümünde tepkisel tonometrinin, havalı tonometri ve Goldmann aplanasyon tonometrisiyle karşılaştırılması. **Gereç ve Yöntemler:** Bu karşılaştırmalı ileriye dönük çalışmaya, göz polikliniğine başvuran glokom ya da başka oküler ya da sistemik hastalığı olmayan 40 hastanın 40 gözü dâhil edildi. Hastaların her iki gözünde göz içi basınçları 10 dakika ara ile sırasıyla havalı tonometri, ICare tepkisel tonometri ve Goldmann aplanasyon tonometrisi ile ölçüldü. Yapılan ölçümler Anova testi ve Tukey analizi ile (SPSS 16.0) karşılaştırıldı. **Bulgular:** Çalışmaya dâhil edilen 40 hastanın (28 kadın,12 erkek) yaş ortalaması 38,7±14,1 (aralık, 19-72 yaş) olarak bulundu. Hastaların ortalama göz içi basınç ölçümleri havalı tonometre ile 12,9±2,57 mmHg (aralık, 7-19 mmHg) iken, ICare ile 15,7±3,62 mmHg (aralık, 10-25 mmHg) ve Goldmann aplanasyon tonometresiyle 10,9±2,70 mmHg (aralık, 7-18 mmHg) olarak bulundu. Bu sonuçlara göre göz içi basıncı, ICare tepkisel tonometresiyle; havalı tonometreye göre ortalama 2,8 mmHg, Goldmann aplanasyon tonometresine göre ise ortalama 4,8 mmHg daha yüksek olarak ölçüldü. Bu üç ölçüm birlikte karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p=0,001). Yapılan ikili karşılaştırmalarda da tüm ölçümler arasında benzer şekilde anlamlı fark bulundu (p=0,01 ve p=0,001). **Sonuç:** ICare tepkisel tonometreye ölçülen göz içi basıncı değerleri diğer tonometrelere göre daha yüksek olmasına rağmen, ICare tonometre, özellikle tarama amaçlı ya da diğer yöntemlerle ölçümün mümkün olmadığı durumlarda ilk muayene yöntemi olarak kullanılabilir, ancak oküler hipertansiyon tanısı koyma ya da medikal tedaviye başlama kararı vermede tek başına yetersiz olduğu düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İntraoküler basınç; oküler hipertansiyon; glokom

ABSTRACT Objective: To compare the intraocular pressure measured by rebound tonometer with the measurements taken by pneumo tonometer and Goldmann applanation tonometer in healthy individuals. **Material and Methods:** In this comparative prospective study, 40 eyes of 40 patients who admitted to ophthalmology outpatient's clinics and have no systemic and ocular disease including glaucoma. Intraocular pressure is measured in both eyes of patients by pneumo tonometer, ICare rebound tonometer and Goldmann applanation tonometer in 10 minutes intervals respectively. The measurements were compared with Anova test and Tukey analysis (SPSS 16.0 Inc). **Results:** The mean age of 40 patients (28 female, 12 male) that were enrolled in the study was 38.7±14.1 years (range, 19-72 years). The mean intraocular pressure of the patients was measured as 12.9±2.57 mmHg (range 7-19 mmHg) with pneumo tonometer, while it was measured as 15.7±3.62 mmHg (range, 10-25 mmHg) with ICare rebound tonometer and 10.9±2.70 mmHg (range, 7-18 mmHg) with Goldmann applanation tonometer. Based on these measurements, ICare rebound tonometer measured the intraocular pressure 2,8 mmHg higher than pneumo tonometer and 4,8 mmHg higher than Goldmann applanation tonometer. In the comparison of these three measurements, statistically significant difference was found (p=0.001). In dual comparison of these measurements, there was also significant difference (p=0.01 and p=0.001). **Conclusion:** Although the intraocular pressure measured with ICare tonometer was found higher than the measurements with other tonometers, it may be used as a first-line diagnostic method in screening or in cases where the other methods are unavailable, but it might be insufficient in diagnosis of ocular hypertension or for the indication of medical treatment.

Key Words: Intraocular pressure; ocular hypertension; glaucoma

Göz içi basıncı (GİB)'nin doğru ölçümü göz muayenesinde önemli bir yere sahiptir. Klinik uygulamalarda, Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) altın standart olarak kabul edilmiştir.¹ GAT, Imbert-Fick kuralına uygun olarak çalışır. Göze topikal anestezi damla damlatılıp flöresein boya uygulandıktan sonra biyomikroskop üzerine yerleştirilmiş plastik iki prizmanın 3,06 mm çapındaki alanı düzleştirilmesi için gereken güç ile düzleştirilen alanın oranı GİB değerini verir. Bu noktada en etkili olan faktör santral korneal kalınlıktır. Tipik olarak ince kornealarda yanlış düşük ölçüm, kalın kornealarda ise yanlış yüksek ölçümler elde edilebilir.² Ayrıca, bu yöntemin topikal anesteziye ihtiyaç duyması, lokal travma ve enfeksiyon riski gibi bazı dezavantajları vardır.

Teknolojik gelişmelerle birlikte, GİB ölçümünde diğer bazı cihazların kullanımı da gündeme gelmiştir. Havalı tonometri (HT), günlük pratikte daha hızlı ölçüm alabilen, temassız, topikal anesteziye ihtiyaç duymayan ve daha az hasta uyumu gerektiren bir yöntemdir.³⁻⁵ Birçok merkezde bu yöntem GAT'a alternatif olarak halen kullanılmaktadır. Bu cihaz da GAT ile aynı prensipte çalışır, ancak prizma yerine kornea merkezindeki düzleşme için hava kullanılır.

Tepkisel tonometre ise daha yakın bir zamanda kullanıma girmiş, hızlı ölçüm alabilen, HT'ye benzer şekilde anestezi gerektirmeyen ve hastanın kendi kendine dahi ölçüm alabileceği bir cihazdır.^{6,7} Tepkisel tonometre, Kontiola tarafından uyarlanmış ve korneal yanıt esasına dayandırılmıştır.⁸ Cihaz, korneaya temas eden ince çelik telden yapılmış ucu topuz şeklinde bir magnezid prob ve bu probun hareket etmesini sağlayan solenoid prob olmak üzere iki adet prob içermektedir. Probun göze dokunduktan sonra geri dönme hızı, GİB hakkında bilgi vermektedir; dönüş yavaşsa düşük, hızlı ise yüksek değerler elde edilmektedir.⁹

Klinik uygulamalarda aynı ölçüm için kullanılan cihazların birbirinin yerine kullanılabilirliğini değerlendirmek üzere karşılaştırmalı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, GİB'in değerlendirilme-

sinde ICare tepkisel (rebound) tonometre (IRT) ölçümleriyle, HT ve GAT ile yapılan ölçümlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmaya göz polikliniğine başvuran 40 hastanın 40 gözü dâhil edildi. Göz içi ya da kornea cerrahisi geçirmiş, refraksiyon kusuru sferik veya silindirik olarak 3 diyoptriden yüksek olan, santral kornea kalınlığı 500 mikrondan az ya da 530 mikrondan fazla olan, korneal skarı bulunan, GİB'i etkileyebilecek ilaç kullanan, glokom ya da başka sürekli göz ya da sistemik hastalığı olan hastalar çalışmaya alınmadı. Tüm hastaların GİB'leri sırasıyla havalı tonometre (Nt 2000, Nidek, Japonya), ICare tepkisel tonometre (Tioat Oy, Helsinki, Finlandya) ve GAT ile 10 dakika arayla ölçüldü. Santral korneal kalınlık ölçümü ise tüm bu ölçümlerden yaklaşık 1 saat önce ultrasonik pakimetre (US 4000, Nidek, Japonya) ile yapıldı.

Tüm hastalarda ilk GİB ölçümü HT ile yapıldı, 10 dakika beklendikten sonra, ICare tepkisel tonometresi için üretici firma tarafından önerilen şekilde anestezi madde kullanılmadan, hasta karşıya bakar pozisyondayken korneadan 4-8 mm uzaktan art arda 6 ölçüm alındıktan sonra ekranda görülen değerler kaydedildi. GAT ile yapılan ölçümler ise bir önceki ölçümden 10 dakika sonra, anestezi damla (%0,5 propacaine HCl) damlatılıp flöresein sodyum ile kornea boyandıktan sonra kobalt mavi filtreli ışık altında biyomikroskopta alındı ve kaydedildi. Her bir cihazla yapılan ölçümler, önceki değerlerden habersiz üç farklı hekim (HG, BEK, BB) tarafından gerçekleştirildi. Bir cihazdaki tüm ölçümler aynı hekim tarafından yapıldı.

Çalışma için etik kurul onayı ve tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam alındı. Üç farklı cihazla yapılan tüm ölçümler üçlü olarak Anova testi ve ikili olarak Tukey analizi ile (SPSS 16,0, Inc) karşılaştırıldı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan 40 hastanın 28 (%70)'i kadın, 12 (%30)'si erkek idi ve hastaların yaş ortalaması

38,7±14,1 (aralık, 19-72 yaş) olarak bulundu. Hastaların her iki gözünden de ölçüm alındı ancak çalışmaya sadece sağ gözler dâhil edildi. Ortalama merkezi korneal kalınlık 519±4,07 mikron (aralık, 510-526 mikron) olarak ölçüldü.

Ortalama GİB değerleri HT, IRT ve GAT ile sırasıyla 12,9±2,57 mmHg (aralık, 7-19 mmHg), 15,7±3,62 mmHg (aralık, 10-25 mmHg) ve 10,9±2,70 mmHg (aralık, 7-18 mmHg) olarak ölçüldü. Bu sonuçlara göre GİB, ICare tepkisel tonometresiyle; havalı tonometreye göre ortalama 2,8 mmHg, GAT'a göre ise ortalama 4,8 mmHg daha yüksek olarak ölçüldü.

GAT ölçümleri ile diğer yöntemler arasındaki ölçüm farkları açısından bulgular; 0-3 mmHg fark, 4-6 mmHg fark ve 6 mmHg'den fazla fark olmak üzere 3 gruba ayrıldı. GİB'ler karşılaştırıldığında IRT ile 15 (%37,5) gözde, HT ile 31 (%77,5) gözde GAT ile ölçülen değerlerden en fazla 3 mmHg sapma bulundu. ICare ile 17 (%42,5) gözde, HT'de ise 8 (%22,5) gözde GAT ölçümleriyle 4-6 mmHg fark bulundu. Altı mmHg ve üstü fark HT ile hiçbir hastada saptanmazken, IRT ile 8 (%20) gözde bu fark saptandı. ICare ile yapılan GİB ölçümlerinin hiçbirinde GAT'tan daha düşük değer elde edilmedi (Tablo 1).

GİB ölçümünde üç cihazla elde edilen değerler Anova testi (SPSS 16,0, Inc) ile karşılaştırıldığında aralarında anlamlı fark saptandı (p=0,001). Tukey analizi testi ile yapılan ikili karşılaştırmada ise her iki yöntem arasında anlamlı fark görüldü (p=0,01 ve p=0,001) (Tablo 2).

TABLO 1: Havalı tonometre ve ICare tepkisel tonometre ile yapılan göz içi basınç ölçümlerinin Goldmann aplanasyon tonometresiyle uyumu.

GAT ile uyum	0-3 mmHg (%)	4-6 mmHg (%)	6 mmHg üstü(%)
IRT	37,5	42,5	20
HT	77,5	22,5	0

GAT: Goldmann aplanasyon tonometre; IRT: I-care rebound tonometre; HT: Havalı tonometre.

TARTIŞMA

Göz muayenesinin vazgeçilmez bir ögesi olan göz içi basınç ölçümü pek çok cihazla yapılabilmektedir. GAT, GİB altın standart olarak kabul edilmekle birlikte, günlük pratikte daha hızlı ve en az onun kadar kesin ölçüm yapabilen cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır.¹ Halen kullanımda olan cihazlardan biri HT'dir. GAT'tan farklı olarak, HT; topikal anesteziye ihtiyaç duymayan, enfeksiyon ve travma riski daha az olan temassız bir yöntemdir.³⁻⁵ Birçok merkezde HT, tarama amaçlı ve hatta GAT'ın yerini almış olarak kullanılmaktadır. Daha az hasta uyumu gerektiren HT, teknisyen tarafından dahi kullanılabilen bir cihazdır.

Tepkisel tonometrinin ilk ortaya çıkışı daha eski olmasına rağmen, bu tonometri, ilk kez Kontiola tarafından uyarlanmış ve günlük kullanımda güvenilir ve kesin ölçüm alabilen bir yöntem olarak öne sürülmüştür.⁸ ICare tepkisel tonometri geleneksel yöntemlere göre daha ucuz, kullanımı kolay ve yatağa bağımlı ya da pediatrik hastalarda da kullanılabilen bir cihazdır. Topikal anestezi gerektirmemesi, tek kullanımlık steril prob kullanıldığı

TABLO 2: Havalı tonometre, ICare tepkisel tonometre ve Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçülen ortalama göz içi basınç değerleri ve sonuçların birbiriyle karşılaştırılması.

Ölçüm Yöntemi	Ortalama±SS (mmHg)	Aralık (mmHg)	p
Havalı tonometre	12,9±2,57	7-19	
ICare tepkisel tonometre	15,7±3,62	10-25	0,001(Anova)
Goldmann aplanasyon tonometresi	10,9±2,70	7-18	
Tukey Analizi			
* ICare tepkisel tonometre- Havalı tonometre			0,001
* ICare tepkisel tonometre-Goldmann aplanasyon tonometresi			0,001
* Havalı tonometre-Goldmann aplanasyon tonometresi			0,01

sürece enfeksiyon riskinin oldukça düşük olması ve hastanın kendi kendine dahi uygulayabilir olması da diğer avantajlardır.⁷

GİB ölçümünde, tepkisel tonometri ile GAT karşılaştırması için Jorge ve ark., 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada, bu iki cihazla yapılan ölçümler arasında $1,34 \pm 2,03$ mmHg fark bulmuşlar ve IRT'nin tarama amaçlı ya da GAT bulunmadığı durumlarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.⁹ Garcia-Resua ve ark., IRT'nin GİB'i GAT'a göre anlamlı derecede yüksek ölçtüğünü bildirmişlerdir.¹⁰ Benzer şekilde birçok yazar tarafından IRT ve diğer konvansiyonel yöntemler arasında GİB ölçümü için belirli bir uyumun olduğu, ancak IRT'nin diğerlerine göre özellikle erişkin hastalarda daha yüksek ölçümler verdiği belirtilmiştir.¹¹ Bizim çalışmamız da benzer şekilde erişkin yaş grubunda yapıldı. HT ve GAT sonuçları ile karşılaştırıldığında, IRT'nin GİB'i bu iki cihaza göre anlamlı olarak daha yüksek ölçtüğü gözlemlendi. Yapılan değerlendirmede, IRT'nin önceki çalışmalardan daha fazla sapma gösterdiği ve GİB'i GAT'a göre ortalama 4,8 mmHg, HT'ye göre ise ortalama 2,8 mmHg daha yüksek olarak ölçtüğü görüldü.

Flemmons ve ark. IRT ile yapılan GİB ölçümlerinde hastaların %63'ünde GAT'a göre 0-3 mmHg yüksek ölçüm almışlar, %32'sinde ise 3 mmHg'den daha yüksek fark bulmuşlardır ve bu iki farklı cihazla yapılan ölçümler arasında anlamlı fark olduğunu bildirmişlerdir.⁹ Bizim çalışmamızda ölçümler arasındaki farklar değerlendirildiğinde, IRT, GİB'i %37,5 hastada GAT'ye göre 3 mmHg yüksek ölçmüştür ki, bunu uyum olarak kabul edebiliriz. Ancak hastaların %20'sinde IRT ile GAT ölçümlerinden 6 mmHg yüksek ölçüm alınmıştır. İki cihazın da korneal kalınlıktan etkilendiği dikkate alınırsa, bu fark tanı koyma ve tedavi düzenleme açısından önemli gözükmemektedir. HT'de ise %77,5 oranında GAT'tan 0-3 mmHg yüksek ölçüm alınmıştır, ancak hiçbir hastada 6 mmHg ve üzerinde fark gözlenmemiştir.

IRT ve GAT ölçümlerinin korneal kalınlıktan benzer şekilde etkilendikleri bilinmektedir.^{1,12} Brusini ve ark. ve Şahin ve ark. IRT'nin GAT'a göre kornea kalınlığından daha çok etkilendiğini bildirmiş ve santral kornea kalınlığındaki 10 µm değişikliğinin ICare ile ölçülen değeri 0,7 mmHg değiştireceğini öne sürmüşlerdir.^{1,13} Korneal kalınlığının bu ölçümlere olan etkisini ortadan kaldırmak amacıyla, çalışmamıza, merkezi korneal kalınlığı 500-530 mikron arasında olan hastalar dâhil edilmiştir.

Marini M ve ark. yaptıkları çalışmada, hastaların ortalama kornea kalınlığını yaklaşık 553 µ; GAT ve IRT arasındaki ölçüm farkını ise IRT lehine yaklaşık 2,5 mmHg olarak bulmuşlardır.¹² Bizim çalışmamızda ise kornea kalınlığı, GİB'ietkilime potansiyelini azaltmak için, 500-530 µ arasına sınırlandırılmıştır. Korneal kalınlık daha düşük olmasına rağmen GAT ve IRT arasındaki ölçüm farkının daha fazla olması önceki çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmemektedir. Nitekim artan kalınlıklarda GİB'in ölçümündeki bu farkın daha fazla sapma göstereceği bildirilmiştir.¹²

Tepkisel tonometre ile ölçülen göz içi basınç değerlerinin korneanın biyomekaniklerinden, özellikle de korneal direnç faktöründen etkilendiği ve bununla pozitif uyum gösterdiği bildirilmiştir.¹⁴ GAT ile ölçülen yüksek GİB değerleri de benzer şekilde korneal direnç artışıyla uyumlu bulunmuştur.¹⁵ Ancak "Oküler Response Analyser" cihazı mevcut olmadığı için çalışmamızda bu yönden değerlendirme yapılamamıştır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, IRT kolay uygulanabilir ve düşük riskli bir yöntem olmasına rağmen, ancak GAT ile GİB ölçümünün mümkün olmadığı koşullarda veya tarama amaçlı kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz. GİB ölçümünde GAT ve tepkisel tonometre birbiri ile değişimli cihazlar değildir. IRT ile yapılan ölçümler, oküler hipertansiyon tanısı koymada ve glokomda tedaviye başlamada tek başına yeterli görülmemeli ve GİB'i ölçmekte kullanılan, özellikle GAT dâhil olmak üzere diğer yöntemlerle desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Brusini P, Salvatet ML, Zeppieri M, Tosoni C, Parisi L. Comparison of ICare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. *J Glaucoma* 2006;15(3):213-7.
2. Chihara E. Assessment of true intraocular pressure: the gap between theory and practical data. *Surv Ophthalmol* 2008;53(3):203-18.
3. Jaafar MS, Kazi GA. Normal intraocular pressure in children: a comparative study of the Perkins applanation tonometer and the pneumatonometer. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1993;30(5):284-7.
4. Sönmezer MB, Özarpaç S, Ergen A, Banaz A, Aslan MO. [Clinical comparison of Nidek NT 2000 noncontact tonometer and Goldmann applanation tonometer]. *Medical Journal of Okmeydanı Training and Research Hospital* 2003;20(1):4-6.
5. Shields MB. The non-contact tonometer. Its value and limitations. *Surv Ophthalmol* 1980;24(4):211-9.
6. Çankaya AB, Orhan İ, Ekmen R, Karahan S, Altıntaş AK. [Evaluation of reliability of the ICare rebound tonometer and influence of ocular parameters on the intraocular pressure measurements]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2010;19(2):107-14.
7. Asrani S, Chatterjee A, Wallace DK, Santiago-Turla C, Stinnett S. Evaluation of the ICare rebound tonometer as a home intraocular pressure monitoring device. *J Glaucoma* 2011;20(2):74-9.
8. Kontiola AI. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78(2):142-5.
9. Jorge J, Fernandes P, Queirós A, Ribeiro P, Garcês C, Gonzalez-Meijome JM. Comparison of the IOPen and iCare rebound tonometers with the Goldmann tonometer in a normal population. *Ophthalmic Physiol Opt* 2010;30(1):108-12.
10. García-Resúa C, González-Meijome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. Accuracy of the new ICare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2006;83(2):102-7.
11. Flemmons MS, Hsiao YC, Dzau J, Asrani S, Jones S, Freedman SF. Icare rebound tonometry in children with known and suspected glaucoma. *J AAPOS* 2011;15(2):153-7.
12. Marini M, Da Pozzo S, Accardo A, Canziani T. Comparing applanation tonometry and rebound tonometry in glaucomatous and ocular hypertensive eyes. *Eur J Ophthalmol* 2011; 21(3):258-63.
13. Sahin A, Basmak H, Niyaz L, Yildirim N. Reproducibility and tolerability of the ICare rebound tonometer in school children. *J Glaucoma* 2007;16(2):185-8.
14. Jorge JM, González-Méijome JM, Queirós A, Fernandes P, Parafita MA. Correlations between corneal biomechanical properties measured with the ocular response analyzer and ICare rebound tonometry. *J Glaucoma* 2008;17(6):442-8.
15. Ang GS, Bochmann F, Townend J, Azuara-Blanco A. Corneal biomechanical properties in primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. *J Glaucoma* 2008;17 (4): 259-62.