

I-Care Rebound Tonometresinin Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi ve Oküler Parametrelerin Ölçümler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Evaluation of Reliability of the I-Care Rebound Tonometer and Influence of Ocular Parameters on the Intraocular Pressure Measurements

Dr. Ali Bülent ÇANKAYA,^a
Dr. İlyas ORHAN,^a
Dr. Ragıp EKMEK,^b
Dr. Sevilay KARAHAN,^c
Dr. Ayşegül KOÇAK ALTINTAŞ^b

^aII. Göz Kliniği,
^bIII. Göz Kliniği

Ankara Ulucanlar Göz Eğitim Hastanesi,
^cBiyostatistik BD,
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 09.12.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 14.02.2010

Yazışma Adresi/Correspondence:

Dr. Ali Bülent ÇANKAYA
Ankara Ulucanlar Göz Eğitim Hastanesi,
II. Göz Kliniği, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
abcankaya@hotmail.com

ÖZET Amaç: Rebound tonometre (RBT) ile yapılan göz içi basınç (GİB) ölçümlerinin doğruluğunun değerlendirilmesi ve ölçümler üzerinde etkili oküler parametrelerin ortaya konulması. **Gereç ve Yöntemler:** Doksan ikisi normal, 95'i glokom hastası olan olguların GİB'leri topikal anestezi öncesi ve sonrası RBT, non kontakt tonometre (NKT) ve Goldmann applanasyon tonometresi (GAT) ile ölçüldü. Ardından korneal kurvatür (KK), refraksiyon kusuru, merkezi kornea kalınlığı (MKK) ve ön kamara derinliği (ÖKD) tespit edildi. Tonometreler arası uyum Bland-Altman metoduyla; oküler parametrelerin GİB ölçümleri üzerindeki etkisi lineer regresyon analizi ile incelendi. **Bulgular:** Ölçümler sonunda RBT, NKT ve GAT ile elde edilen ortalama GİB değerleri sırasıyla 16.9 ± 5.5 mmHg, 17.3 ± 5.6 mmHg ve 17.6 ± 5.1 mmHg idi. Her iki metotla ölçülen GİB değerleri GAT değerlerinden anlamlı ölçüde düşük bulundu (RBT için $p=0.007$, NKT için $p=0.046$). RBT ile GAT ölçümleri ($r=0.707$, $p<0.0001$) ve NKT ile GAT ölçümleri arasında ($r=0.740$, $p<0.0001$) orta düzeyde bir korelasyon tespit edildi. %95 uyum limiti RBT ve GAT için -8.1 ile $+6.7$ mmHg; NKT ve GAT için -6.9 ile 6.3 mmHg idi. MKK'nın üç ölçüm metoduna zayıf düzeyde etkisi olduğu görüldü (RBT için $r=0.29$, $p<0.0001$, NKT için $r=0.26$, $p<0.0001$, GAT için $r=0.19$, $p=0.007$). RBT ile KK arasında negatif zayıf bir korelasyon mevcuttu ($r=-0.166$, $p=0.012$). **Sonuç:** RBT, GİB'i GAT'a göre anlamlı ölçüde düşük ölçmektedir. RBT'nin, GAT ile uyumu kabul edilebilir bir seviyede olmakla birlikte, NKT'nin GAT'a uyumundan daha düşük bulundu. Ölçümleri MKK ve KK'den etkilenen, güvenilirliği NKT'ninkine yakın bulunan RBT, GAT'ın kullanılmadığı durumlarda ve glokom taramalarında, hızlı ve non invaziv bir şekilde GİB ölçümü yapma imkânı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İntraoküler basınç; tonometri, göz

ABSTRACT Objective: To evaluate the reliability of intraocular pressure (IOP) measurements using Rebound Tonometer (RBT) and to determine the influence of ocular parameters on IOP measurements. **Material and Methods:** IOP readings obtained in 187 subjects (92 normal, 95 with glaucoma) with RBT, non contact tonometer (NCT) with and without anesthesia, and Goldmann applanation tonometer (GAT). The corneal curvature (CC), refractive error, central corneal thickness (CCT) and anterior chamber depth were measured after IOP measurement. Tonometer intermethod agreement was assessed by the Bland-Altman method. The effects of ocular parameters on IOP values were analyzed by linear regression. **Results:** The mean IOP readings were 16.9 ± 5.5 mmHg using RBT, 17.3 ± 5.6 mmHg using NCT and 17.6 ± 5.1 mmHg using GAT. RBT and NCT showed a tendency to underestimate GAT measurements ($p=0.007$, $p=0.046$ respectively). There was a strong correlation between RBT and GAT ($r=0.707$); NCT and GAT ($r=0.740$) readings. The 95% limits of agreement were -8.1 to $+6.7$ mmHg for RBT vs GAT and -6.9 to 6.3 mmHg for NCT vs GAT. A weak association between measured IOP and CCT was found with each device ($r=0.29$, $p<0.0001$ for RBT, $r=0.26$, $p<0.0001$ for NCT, $r=0.19$, $p=0.007$ for GAT). The RBD readings appeared to be affected negatively by CC ($r=-0.166$, $p=0.012$). **Conclusion:** RBT significantly underestimates the IOP readings when compared with GAT. Agreement between RBT and GAT was reasonable but less than that of NCT and GAT. Pressure readings with RBT are affected by CCT and CC. In cases of GAT couldn't be used or in screening programs, the RBT allows clinicians to estimate IOP with a rapid, and noninvasive method with similar reliability to that offered by NCT.

Key Words: Intraocular pressure; tonometry, ocular

G lokomun tanı ve takibinde GİB'in doğru ve güvenilir bir şekilde ölçülmesi büyük önem arz etmektedir.¹ GAT, GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak sadece poliklinik şartlarında kullanılabilmesi, tecrübe gerektirmesi, pek çok hasta için rahatsızlık yaratabilecek topikal anestetik madde ve florosein boya kullanımına ihtiyaç duyulması ve enfeksiyon riski bu yöntemin başlıca dezavantajlarını oluşturmaktadır. Olgunun ölçüm sırasında gözünü sıkması yanlış ölçümlere neden olabileceğinden kooperasyonu zayıf hastalarda ve çocuklarda GAT kullanımı kısıtlıdır. Özellikle hızlı bir şekilde ölçüm yapılmasının gerekli olduğu taramalarda GAT pratik bir GİB ölçüm yöntemi değildir.²

Bu sebeplerden dolayı portatif bir cihazla güvenilir ve hızlı bir GİB ölçümü yapabilen metodların geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Tonopen, TGDc-01 gibi cihazlar bu amaçla geliştirilmiş, elde taşınabilen, pratik kullanımı olan cihazlardır. Yine hızlı ve göze temas etmeden ölçüm yapan NKT uzun zamandan beri yaygın bir şekilde kliniklerde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin tamamı GAT'tan daha pratik olmalarına karşın, yaptıkları ölçümlerin doğruluğu, tekrarlanabilirliği ve oküler parametrelerden etkilenme konularında GAT'tan üstün olduklarını gösteren yeterli veri yoktur.

Son yıllarda geliştirilen, elde taşınabilir bir tonometre olan I-Care Rebound tonometresi (RBT) nin (I-Care TA01; Tiolat, Helsinki, Finlandiya) topikal anestetik damlatılmaksızın, güvenilirliği yüksek GİB ölçümü yaptığı öne sürülmektedir. Kolay olan kullanımı kısa zamanda öğrenilebilen bu cihaz yeni bir ölçüm prensibi olan "çarpma mekanizmasını" kullanmaktadır. Korneaya doğru hızla itilen küçük bir prob, korneaya çarptıktan sonra gözden geri sıçrayarak cihazda küçük bir akım oluşmasına neden olur. Elde edilen akımın analizi sonucu çarpma süresini ve yavaşlama miktarını hesaplayan cihaz bu değerlerin yardımıyla GİB'i tahmin etmektedir. Düşük GİB, yüksek GİB'e nazaran probun daha az yavaşlamasına neden olmaktadır.

Yani GİB yüksekliği çarpma süresini kısaltmaktadır.^{3,4}

Bu çalışmanın amacı, RBT güvenilirliğini NKT ile karşılaştırarak incelemektir. Bunun için her iki cihazdan elde edilen GİB değerlerinin GAT ile uyumu değerlendirildi. Ayrıca oküler parametrelerin (MKK, ÖKD, KK, refraksiyon kusuru) ve topikal anestezi uygulamasının RBT ile yapılan ölçümler üzerinde etkisine bakıldı.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmaya yüz seksen yedi olgu dâhil edildi. Olguların iki gözleri MKK, GİB ve diğer oküler parametreler açısından bağımsız olmadıkları için yalnızca sağ gözden alınan ölçümler analiz için kullanıldı. Her olgunun Snellen eşeli ile görme keskinliği tespiti, biyomikroskopi ile ön segment incelemesi ve +90 Dioptri lens ile fundus muayenesi yapıldı. Ardından GİB ölçümleri gerçekleştirildi.

Göze uygulanan applanasyon gücünün GİB'de oluşturabileceği muhtemel etkiyi önlemek için önce NKT (Canon TX-10, Canon ABD Inc, NY, ABD) ile ölçüm yapıldı. Cihaz arka arkaya 3 ölçüm aldıktan sonra ortalama değeri verecek şekilde ayarlandı ve cihazlar arası karşılaştırma amacıyla bu değer kullanıldı.

RBT ölçümleri için önce tek kullanımlık prob cihaz içine yerleştirildi. Olgunun uzaktaki bir nesneye bakması istendi. Tonometre gözden 4-8 mm uzakta ve merkezi korneaya dik olacak şekilde tutuldu. Ölçümün kullanıcı tarafından başlatılmasıyla prob korneaya doğru hızla itilmektedir. Her bir ölçüm sayısal olarak ekranda mmHg olarak görünmektedir. Arka arkaya alınan 6 ölçümün en yüksek ve en düşüğünü otomatik olarak dışarıda bırakarak kalanların ortalamasını hesaplayan cihaz, ekranında bu değeri olgunun GİB'i olarak vermektedir.

Ardından %0.5 proparakain hidroklorid (Alcaine, Alcon Laboratories İngiltere) damlatılarak her iki cihaz ile ölçüm aynı sırayla tekrarlandı (NKT A ve RBT A). En son GAT (GAT; Haag-Stre-

it AG, Bern, İsviçre) ile GİB 3 kez ölçüldü, ortalaması alındı ve cihazlar arası karşılaştırma amacıyla kullanıldı.

Ölçüm metotları arası uyumun belirlenmesinde anestezi yapılan ölçümler esas alındı. Cihazlar çalışma öncesi üretici firmanın önerileri doğrultusunda kalibre edildi. Her bir cihaz diğer ölçümlerin değerleri hakkında bilgi sahibi olmayan 3 farklı çalışmacı tarafından kullanıldı (ABÇ, İO, RE). Farklı kullanıcılardan kaynaklanabilecek ölçüm hatalarını önlemek amacıyla her bir araştırmacı sadece tek bir cihazı kullandı. Ölçümler arasında minimum 5 dakika zaman aralığı verildi. Tüm ölçümlerin günün aynı saatinde (14.00- 16.00 arasında) yapılmasına dikkat edildi.

Tonometrik ölçümlerin ardından tecrübeli bir teknisyen tarafından ultrasonik yöntemle (Tomey pachymeter AL-1000, Tomey Corporation, Nagoya, Japonya) MKK ölçümü yapıldı. Ölçümler esnasında probun korneaya basınç uygulamadan dik temas etmesine dikkat edildi ve ardışık yapılan 5 ölçümün ortalaması alındı. ÖKD ölçümleri A mode ultrason cihazına (Cine Scan, Quantel Medical SA, Fransa) ait 11 MHz'lik bir prob ile gerçekleştirildi. Kıırma kusuru ve KK, Topcon KR 7000F Autorefractokeratometer (Topcon Corporation, Tokyo, Japonya) ile yapıldı. Ölçüm 3 kez tekrarlandıktan sonra elde edilen refraksiyon değerinin sferik eş değeri hesaplanarak olgunun refraksiyon kusuru olarak kaydedildi. Keratometrik ölçümlerle korneal akslar tespit edildi ve ortalamaları olgunun KK değeri olarak kabul edildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri: her üç tonometre ile sağlıklı bir şekilde ölçüm alınabilmesi, herhangi bir korneal patolojinin (korneal epitel defekti, korneal stromal skar, korneal ödem), geçirilmiş oküler travmanın ve cerrahi öykünün olmaması idi. Çalışmaya normal olguların yanı sıra glokomu olan hastalar da dahil edildi. Çalışma öncesi etik kurul onayı ve çalışma hakkında bilgilendirilen olgulardan yazılı onam belgesi alındı.

Elde edilen veriler SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programına kaydedildi. Verilerin dağılımının normal olduğu Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildi. Değerlerin ortalamaları ve standart sapmaları hesaplandı ve analizlerinde Student t-testi ve paired t-testi kullanıldı. Her bir cihazdan elde edilen ortalama GİB değerlerinin karşılaştırılması tekrarlayan değişkenlik analizi (ANOVA) ile; korelasyon hesaplanması Pearson korelasyon katsayısı yardımı ile yapıldı. Elde edilen korelasyon değerleri zayıf ($r = 0.500$ ve altı), orta ($r = 0.500-0.750$ arası) ve kuvvetli ($r = 0.750-1.00$ arası) olarak sınıflandırıldı. Oküler parametrelerin ölçülen GİB değerleri üzerindeki etkilerine Lineer regresyon analizi ile bakıldı. Her bir olgu için ölçüm metotları ile elde edilen GİB değerleri arasındaki fark Bland-Altman grafikleri ile incelendi. Bu yöntem, bir parametrenin birden fazla cihazla ölçüldüğü durumlarda, elde edilen değerlerin birbirleriyle uyumlarının analizinde kullanılmaktadır. Elde edilen değerler arasındaki fark ile değerlerin ortalamasının grafik analizi sayesinde %95 güvenlik sınırı ve %95 uyum sınırı hesaplanabilmektedir (ortalama fark ± 1.96 X Standart sapma). P değerinin 0.05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Yaş ortalaması 51.3 ± 16.3 yıl (12-79) olarak tespit edilen, 81'i erkek, 106'sı kadın, 92'si normal ve 95'i glokom hastası olan olguların GİB ve oküler parametreleri ölçüldü (Tablo 1).

RBT, NKT, GAT ile ölçülen ortalama GİB değerleri sırasıyla 16.84 ± 5.53 mmHg (8-37 mmHg),

TABLO 1: Çalışma grubumuzda yer alan olguların ölçülen oküler parametrelerine ait değerler.

	Ortalama	Standart Sapma	Alt ve Üst Limit
Refraksiyon (D)	0,11	1.48	-7.0 - +4.75
Korneal kurtatür (D)	43.53	1.70	39.25 - 49.75
Merkezi kornea kalınlığı (μm)	553.47	43.25	444 - 695
Ön kamara derinliği (mm)	3.15	0.37	2.20 - 4.43

TABLO 2: Her üç cihaz ile elde edilen göz içi basınç değerleri.

	Ortalama	Standart Sapma	Alt ve Üst Limit
RBT ^a (mmHg)	16.84	5.53	8 - 37
RBT A ^b (mmHg)	16.31	5.35	8 - 36
NKT ^c (mmHg)	17.25	5.57	7.8 - 45.7
NKT A (mmHg)	16.39	5.50	7.4 - 46.9
GAT ^d (mmHg)	17.60	5.06	8 - 44

^a: Rebound tonometre.

^b: Anestezili.

^c: Non kontakt tonometre.

^d: Goldmann applanasyon tonometre.

TABLO 3: Göz içi basınç ölçüm yöntemlerinden elde edilen değerler arasındaki farklar.

	Ortalama fark	Standart Sapma	%95 Güven Aralığı	P
RBT ^a -GAT ^b	-0.84	2.83	-1.45 ile -0.24	0.007
NKT ^c -GAT	-0.51	3.98	-1.08 ile 0.08	0.046
RBT-NKT	-0.41	2.83	-0.82 ile -0.001	0.04

^a: Rebound tonometre.

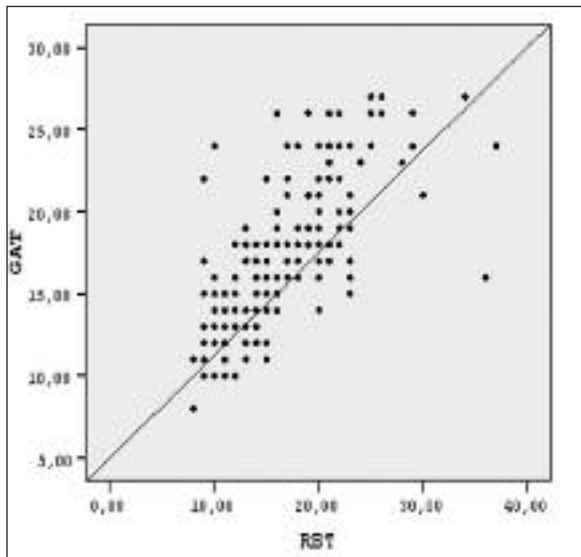
^b: Goldmann applanasyon tonometre.

^c: Non kontakt tonometre.

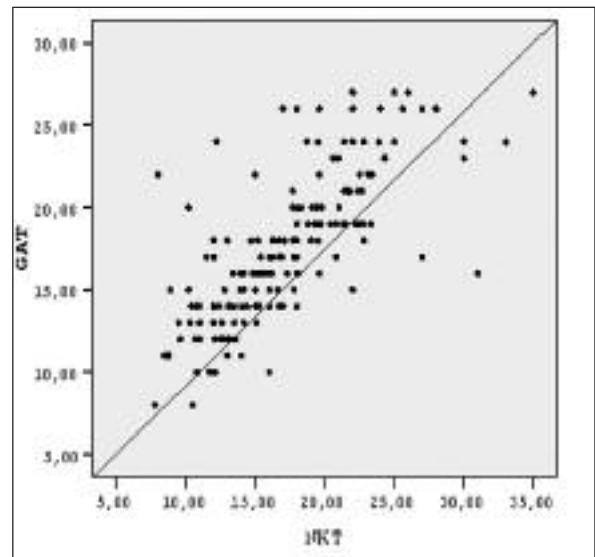
17.25 ± 5.57 mmHg (7.8-45.7 mmHg) ve 17.6 ± 5.06 mmHg (8-44 mmHg) olarak tespit edildi (Tablo 2). GAT ile elde edilen değerlerle RBT'ne ait değerler arasında 0.84 ± 2.83 mmHg (p= 0.007) ve NKT ile elde edilen değerler arasında ise 0.51 ± 3.98 mmHg (p= 0.046) fark olduğu görüldü (Tablo 3). Her iki cihaz ile GAT arasında orta düzeyde bir korelasyon mevcuttu. (RBT ile GAT için r= 0.707, p< 0.0001 ve NKT ile GAT için r= 0.740, p< 0.0001) (Şekil 1).

RBT ve GAT ile alınan ölçümler arası uyumun grafik analizi (Bland-Altman grafiği) yapıldı (Şekil 2). Bu grafikte ölçümler arası fark, her iki cihazdan elde edilen ortalama değerlerin fonksiyonu olarak gösterilmektedir. İki ölçüm arasındaki ortalama fark -0.7 ± 1.96 mmHg olarak bulundu. Değerlerin çoğu (%95 uyum limiti) -8.1 ile 6.7 mmHg arasındaydı. Buna karşılık NKT ölçümüne karşılık gelen GAT ölçümlerinin (NKT eksi GAT) ortalama farkı -0.3 ± 1.96 mmHg (%95 güvenlik limiti -6.9 ile 6.3 mmHg) olarak tespit edildi (Şekil 3).

Anestetik damla damlatılmasını takiben her iki cihazla yapılan ölçümlerde elde edilen değerler

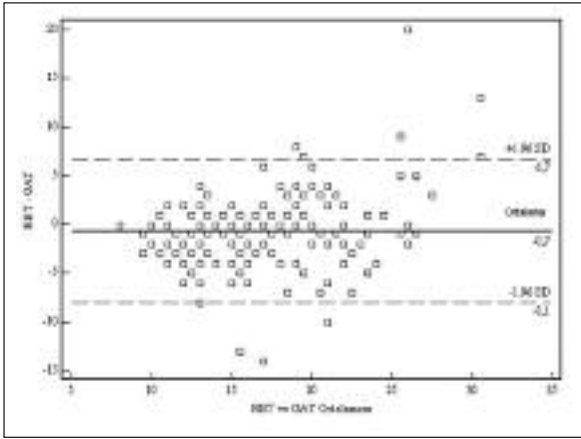


A

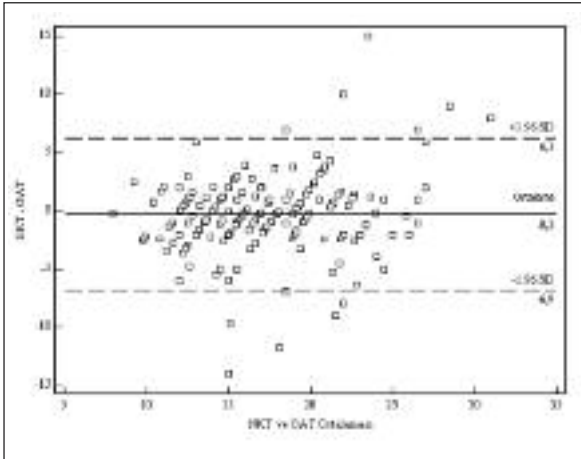


B

ŞEKİL 1: Rebound tonometre (RBT) ile Goldmann applanasyon tonometresi (GAT) (A) ve non kontakt tonometre (NKT) ile GAT (B) arasındaki korelasyon.



ŞEKİL 2: Rebound tonometre (RBT) ölçümlerinin Goldmann applanasyon tonometresi (GAT) ölçümlerinden farkının her iki ölçümün ortalamasının fonksiyonu olarak gösteren grafik (Bland-Altman grafiği). Her bir olgu için ortalama fark ve %95 güvenlik limiti görülmektedir.



ŞEKİL 3: Non kontakt tonometre (NKT) ile Goldmann applanasyon tonometresi (GAT) ölçüm değerleri arasındaki fark ile her iki ölçümün ortalamasının fonksiyonu olarak gösteren Bland-Altman grafiği. Grafik üzerinde her bir olgu için ortalama fark ve %95 güvenlik limiti görülmektedir.

(RBTA ve NKTA) anestezi uygulanmadan önce alınan ölçümlere göre daha düşük bulundu (her iki tonometre için $p < 0.0001$) (Tablo 2). RBT için anestezi sonrası düşüş 0.54 ± 2.45 mmHg, NKT için anestezi sonrası düşüş 0.87 ± 2.15 mmHg idi. Bu düşüş sonucunda RBTA ve NKTA ile GAT ölçümleri arasında ki farkın anestezi ölçümlere anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (her iki tonometre için $p < 0.0001$). RBTA ile GAT arasındaki

fark -1.2 ± 1.96 (-8.5 ile 6.0 mmHg) ve NKTA ile GAT arasındaki fark -1.2 ± 1.96 mmHg (-8.0 ile 5.6 mmHg) olarak hesaplandı.

Her iki tonometre ile GAT arasındaki uyum, glokomlu olgularda, normal olgulardan daha düşük bulundu. Glokomlu olgulardan RBT, NKT, GAT ile alınan ölçümler sırasıyla 18.36 ± 6.34 mmHg (9-37 mmHg), 18.92 ± 6.43 mmHg (8-45 mmHg) ve 19.04 ± 6.32 mmHg (10-44 mmHg) idi. Normal olguların ölçümleri ise yine aynı sırayla 15.27 ± 4.01 mmHg (8-23 mmHg), 15.52 ± 3.82 mmHg (7.8-23.4 mmHg) ve 16.13 ± 3.27 mmHg (8-24 mmHg) bulundu. Korelasyon değerleri glokomlu olgularda RBT ile GAT için $r = 0.646$ ve NKT ile GAT için $r = 0.664$ iken normal olgularda bu değerler RBT ile GAT için $r = 0.769$ ve NKT ve GAT için $r = 0.825$ olarak tespit edildi.

Üç tonometre ile alınan GİB değerleri ile MKK arasında düşük seviyede bir korelasyon varlığı tespit edildi. (RBT için $r^2 = 0.085$, $p < 0.0001$, NKT için $r^2 = 0.069$, $p < 0.0001$ ve GAT için $r^2 = 0.038$, $p = 0.007$). ÖKD'nin (RBT için $r^2 = 0.0049$, $p = 0.17$, NKT için $r^2 = 0.0001$, $p = 0.44$, ve GAT için $r^2 = 0.0027$, $p = 0.24$) Refraksiyon değerinin ise (RBT için $r^2 = 0.0004$, $p = 0.38$, NKT için $r^2 = 0.001$, $p = 0.44$ ve GAT için $r^2 = 0.021$, $p = 0.32$) ölçüm metotları üzerinde etkisinin olmadığı görüldü. KK ile NKT ($r^2 = 0.0004$, $p = 0.38$) ve GAT ($r^2 = 0.007$, $p = 0.26$) ölçümleri arasında bir korelasyon olmadığı tespit edildi. Ancak KK'nın RBT'den elde edilen GİB değerleri üzerinde düşük seviyede negatif bir etkisinin olduğu bulundu ($r^2 = 0.025$, $p = 0.012$).

TARTIŞMA

Bu çalışmayla RBT'nin GAT ile iyi derecede bir korelasyon gösterdiği ve RBT ve NKT ölçümlerinin GAT ölçümleri ile uyumunun benzer düzeyde olduğu belirlendi. Bunların yanı sıra RBT ölçümleri üzerinde MKK ve KK'nin etkili olduğu tespit edildi.

Yeni bir GİB ölçüm yöntemi olan RBT'nin, anestetik damla kullanmadan hızlı, kolay ve güvenilir bir şekilde ölçüm yaptığı bildirilmektedir. Bir tonometrenin doğruluğunun ve hassasiyetinin or-

taya koyulabilmesi için elde edilen GİB değerlerinin invaziv manometre ile karşılaştırılması gerekir. Ancak bu yöntemle rutin bir GİB ölçümü yapılması mümkün olmadığı için, ölçüm yöntemlerinin güvenilirliğinin değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilen GAT kullanılmaktadır. Bizde RBT'nin hassasiyetini GAT ile karşılaştırarak inceledik.

Bu çalışmada RBT'nin GİB'i GAT'a göre 0.8 mmHg daha düşük ölçtüğü tespit edildi. Bu sonucun aksine pek çok araştırmacı RBT ile elde edilen ölçümlerin GAT ile elde edilenlerden daha yüksek olduğunu rapor etmektedir. Yapılan iki ayrı çalışmada RBT ile ölçülen GİB değerlerinin GAT ile ölçülenlere göre 1.4 mmHg daha yüksek olduğu bildirilmektedir.^{5,6} Pacrou ve ark. geniş bir GİB aralığındaki olgular üzerinde yaptıkları araştırmada, RBT ile GAT arasında tüm basınç düzeylerinde iyi bir korelasyon olduğunu rapor etmektedirler.⁷ Normal olgularda, RBT ile elde edilen değerlerin GAT'tan istatistiksel olarak anlamlı olmayan seviyede yüksek olduğu (0.5 mmHg), ancak ölçümlerin tekrarlanabilirliğinin GAT'a göre daha düşük bulunduğu bildirilmektedir.⁸ Öte yandan glomu veya oküler hipertansiyonu olan hastalarda RBT'nin GİB'i 1.5 mmHg daha yüksek ölçtüğü, bu farkın olguların %18'inin tedavi yaklaşımında değişiklik yaratacak düzeyde olduğu rapor edilmektedir.⁹ Şahin ve ark. ise glomu olgularda RBT'nin GAT'a göre GİB'e 0.43 mmHg daha yüksek ölçtüğünü ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmektedirler.¹⁰ Biz, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmasına rağmen, klinik açıdan iki ölçüm metodu arasından elde ettiğimiz GİB farkının anlamlı olmadığını düşünmekteyiz. İki tonometre ile yapılan ölçümlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda tespit edilen en büyük fark 1.8 mmHg'dır.^{11,12}

Bu çalışmalara karşılık Brusini ve ark., RBT ile yapılan GİB ölçümlerinin GAT ile elde edilenlere göre yaklaşık 1.0 mmHg daha düşük olduğunu belirtmektedirler.¹³ Bildirilen bu sonuç, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçla benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda iki metot ölçümleri arasında güçlü bir korelasyon bulunmakla birlikte, elde edilen korelasyon katsayısı ($r=0.71$) diğer çalışmalarda bildirilen değerlerin çoğundan düşük olarak bulundu. Yapılan araştırmalarda RBT ile GAT ölçümleri arasındaki korelasyon katsayısı (r) 0.63 ile 0.95 arasında bildirilmektedir.⁷⁻¹² Çalışmamızda GAT ile korelasyon açısından RBT ve NKT ölçümleri arasında fark olmadığı görüldü.

Glokomlu olgularda RBT ile GAT arasındaki korelasyon normal olgulara göre daha düşük tespit edildi. Antiglokomatöz tedavi almakta olan olgularda RBT-GAT arasındaki korelasyon katsayısı 0.71 olarak bildirilmektedir.¹⁴ Yapılan çalışmalarla glomu tedavisinin kornea yüzey değişikliklerine yol açabileceği ortaya konulmuştur.^{15,16} Antiglokomatöz tedavinin sebep olduğu bu değişiklikler farklı oküler parametrelerden farklı miktarlarda etkilenen GİB ölçüm yöntemleri arasındaki uyumda bozulmalara yol açabilir. Literatür araştırmamızda RBT'nin güvenilirliğinin glomu ve normal olgular arasında karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmadı. Ancak yüksek GİB seviyelerinde GAT ile RBT arasındaki uyumun azaldığı bildirilmektedir.¹⁷ RBT'nin glomu olguların tanı ve takibindeki kullanımında bu bilgilerin göz önünde tutulması yararlı olacaktır.

Topikal anestezi sonrası RBT ve NKT ile yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerde düşüş olduğu; bunun da her iki metotla GAT arasındaki uyumda bozulmaya neden olduğu belirlendi. Montero ve ark. NKT ile alınan GİB değerlerinin topikal anestetik damlatıldıktan 5 dakika sonra tekrarlandığında 1.3 mmHg daha düşük ölçüldüğünü bildirmektedirler.¹⁸

Çalışmamızda MKK'nin her üç GİB ölçüm yöntemini etkilediği tespit edildi. Yapılan çalışmalarla MKK'nin GAT ve NKT ölçümleri üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.¹⁹⁻²¹ Aynı şekilde RBT ile yapılan ölçümlerle MKK arasında bir korelasyon varlığı bildirilmektedir.^{5,12} Hatta MKK'deki değişimlerin RBT ile GAT ölçümleri arasındaki uyumu etkilediği öne sürülmektedir.¹⁰

İncelenen diğer oküler parametrelerden sadece KK ile RBT ölçümleri arasında negatif bir korelasyon tespit edildi. Elde ettiğimiz bu sonuca göre korneanın dikliğinin artması RBT'nin GİB'i daha yüksek ölçmesine neden olmaktadır. Okul çağındaki çocuklarla yapılan bir çalışmada ise KK'nin RBT ölçümleri üzerinde bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir.²²

Olguların ölçüm sırasında duydukları rahatsızlıkların sorgulanmaması ve RBT ölçümlerinin tekrarlanabilirliğinin araştırılmamış olması çalışmamızın eksiklikleri olarak kabul edilebilir. Bu konuyu inceleyen çalışmalarda RBT ile yapılan muayenelerin NKT ve GAT ile yapılanlardan daha az rahatsız edici olduğu rapor edilmektedir.^{7,14} Buna karşın RBT ölçümlerinin tekrarlanabilirliğinin GAT'tan daha düşük olduğu belirtilmektedir.⁸ Kolay öğrenilebilir bir ölçüm yöntemi olması-

na rağmen, kullanıcı tecrübesinin ölçümler üzerindeki etkisinin analizlerde hesap edilmemesi çalışmamızın bir başka zayıf tarafıdır. Bu yöntemi yeni kullanmaya başlayan hekimin, özellikle öğrenme aşamasında ölçümlerini GAT ile karşılaştırmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Sonuç olarak; GİB ölçümünün RBT ile hızlı, kolay ve güvenilir bir şekilde yapıldığı; elde edilen GİB değerlerinin GAT ile korelasyon bakımından NKT ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğu, ölçümün topikal anestetik damla kullanılmadan yapılmasının daha uygun olduğu ve ölçülen GİB değerlendirilirken, MKK ve KK'nin etkilerinin dikkate alınmasının faydalı olacağı tespit edildi. Bu yeni GİB ölçüm yönteminin glokomlu olguların tanı ve takibinde GAT'ın yerini almaktan çok, taramalarda ve GAT'ın kullanılmadığı durumlarda yararlı olabileceği sonucuna varıldı.

KAYNAKLAR

1. Leskea MC, Heijl A, Hyman L, Bengtsson B, Komaroff E. Factors for progression and glaucoma treatment: the Early Manifest Glaucoma Trial. *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15(2): 102-6.
2. Koçak N, Güneç Ü. [Sources of error with use of goldmann applanation tonometers]. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 1999;8(1):70-2.
3. Kontiola AI. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78(2):142-5.
4. Kontiola A, Puska P. Measuring intraocular pressure with the Pulsair 3000 and Rebound tonometers in elderly patients without an anesthetic. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004;42(1):3-7.
5. Nakamura M, Darhad U, Tatsumi Y, Fujioka M, Kusuvara A, Maeda H, et al. Agreement of rebound tonometer in measuring intraocular pressure with three types of applanation tonometers. *Am J Ophthalmol* 2006;142(2): 332-4.
6. Fernandes P, Díaz-Rey JA, Queirós A, Gonzalez-Mejome JM, Jorge J. Comparison of the ICare rebound tonometer with the Goldmann tonometer in a normal population. *Ophthalmic Physiol Opt* 2005;25(5):436-40.
7. Pakrou N, Gray T, Mills R, Landers J, Craig J. Clinical comparison of the ICare tonometer and Goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2008;17(1):43-7.
8. Davies LN, Bartlett H, Mallen EA, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of rebound tonometer. *Acta Ophthalmol Scand* 2006;84(2):206-9.
9. Rehnman JB, Martin L. Comparison of rebound and applanation tonometry in the management of patients treated for glaucoma or ocular hypertension. *Ophthalmic Physiol Opt* 2008;28(4):382-6.
10. Sahin A, Niyaz L, Yildirim N. Comparison of the rebound tonometer with the Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. *Clin Experiment Ophthalmol* 2007;35(4):335-9.
11. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, Garcia-Sanchez J. Reproducibility and clinical evaluation of rebound tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46(12):4578-80.
12. Ruokonen PC, Schwentek T, Draeger J. Evaluation of the impedance tonometers TGDc-01 and iCare according to the international ocular tonometer standards ISO 8612. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007;245(9): 1259-65.
13. Brusini P, Salvat ML, Zepieri M, Tosoni C, Parisi L. Comparison of ICare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. *J Glaucoma* 2006;15(3): 213-7.
14. Diaz A, Yebra-Pimentel E, Resua CG, Gilino J, Giraldez MJ. Accuracy of the ICare rebound tonometer in glaucomatous eyes with topical ocular hypotensive medication. *Ophthalmic Physiol Opt* 2008;28(1): 29-34.
15. Harasymowycz PJ, Papamatheakis DG, Ennis M, Brady M, Gordon KD; Travoprost Central Corneal Thickness Study Group. Relationship between travoprost and central corneal thickness in ocular hypertension and open-angle glaucoma. *Cornea* 2007;26(1):34-41.
16. Ishibashi T, Yokoi N, Kinoshita S. Comparison of the effects of topical levobunolol and timolol solution on the human ocular surface. *Cornea* 2003;22(8):709-15.
17. Munkwitz S, Elkarmouty A, Hoffmann EM, Pfeiffer N, Thieme H. Comparison of the ICare rebound tonometer and the Goldmann applanation tonometer over a wide IOP range. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246(6):875-9.
18. Montero JA, Ruiz-Moreno JM, Fernandez-Munoz M, Rodriguez-Palacios MI. Effect of topical anesthetics on intraocular pressure and pachymetry. *Eur J Ophthalmol* 2008;18(5): 748-50.

19. Pelit A, Altan-Yaycioglu R, Pelit A, Akova YA. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the Pascal dynamic contour, Canon TX-10 non-contact and Goldmann applanation tonometers in healthy subjects. *Clin Exp Optom* 2009;92(1):14-8.
20. Harada Y, Hirose N, Kubota T, Tawara A. The influence of central corneal thickness and corneal curvature radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: noncontact and goldmann applanation tonometers. *J Glaucoma* 2008; 17(8): 619-25.
21. Altan Yaylacioğlu R, Pelit A, Toygar O, Akova Aydın Y. [Evaluation of the correlation of ocular parameters, intraocular pressure and refractive power of the eye]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2006;15(2):54-60.
22. Sahin A, Basmak H, Yildirim N. The influence of central corneal thickness and corneal curvature on intraocular pressure measured by tonopen and rebound tonometer in children. *J Glaucoma* 2008;17(1):57-61.