

Farklı Kornea Kalınlıklarına Sahip Normal Bireylerde Non-kontakt Tonometre ve Pnömotonometre ile Ölçülen Göz İçi Basıncı Değerlerinin Karşılaştırılması

Comparison of Intraocular Pressure Values Measured with Non-contact Tonometer and Pneumotonometer in Normal Individuals with Different Central Corneal Thicknesses

Adem TÜRK¹, Süleyman MOLLAMEHMETOĞLU², Mehmet KOLA³, Ahmet KALKIŞIM⁴, Halil İbrahim İMAMOĞLU⁵

ÖZ

Amaç: Non-kontakt tonometre (NKT) ve oküler kan akımı (OKA) pnömotonometresi ile ölçülen göz içi basıncı (GİB) değerlerini farklı merkezi kornea kalınlığı (MKK) değerlerine sahip gözlerde karşılaştırmak.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 65 olgunun 130 gözü katıldı. Her bir göz için MKK değerleri ölçüldükten sonra GİB değerleri sırasıyla NKT ve OKA-pnömotonometresi kullanılarak ölçüldü. Her iki cihazla elde edilen GİB ölçümleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmadaki gözlerin ortalama MKK değerleri 524.08±33.95 (433-607) µ idi. NKT ve OKA-pnömotonometresi ile ölçülen ortalama GİB değerleri ise sırasıyla 15.57±3.25 (9.1-22.4) ve 17.77±3.73 (9-23.9) mmHg idi. Cihazlar arasındaki GİB ölçüm farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı olsa da (p<0.001), her iki cihazın birbiriyle yüksek derecede korelasyon sergilediği (r=0.8, p<0.001) ve Bland-Altman analizinde iki cihazla elde edilen GİB değerlerine ait fark dağılımlarının çoğunlukla±2SD içinde olduğu görüldü. Ayrıca her iki cihazla ölçülen GİB değerlerinin de MKK değerlerinden etkilendiği tespit edildi (sırasıyla r=0.385, p<0.001; r=0.435, p<0.001). MKK değerlerindeki her 10 mikronluk artış için NKT ile ölçülen GİB değerleri için 0.37 mmHg, OKA-pnömotonometresi ile elde edilen GİB değerleri için 0.48 mmHg'lik bir artışın geliştiği görüldü.

Sonuç: NKT ve OKA-pnömotonometresi birbirleriyle orantılı sonuçlar vermektedir. OKA-pnömotonometresi cihazı genel olarak GİB değerlerini NKT'den daha yüksek ölçmektedir. Ancak bu farklılık MKK değerlerinden etkilenmemektedir. Klinik uygulamalarda iki cihazın birbirlerinin yerine uygulanması uygun değildir. İki cihazla ölçülen GİB değerlerinin yorumlanmasında MKK değerlerinin göz önüne alınması önemli bir husustur.

Anahtar Kelimeler: Göz içi basıncı, kornea, korneal pakimetri, oküler tonometri.

ABSTRACT

Purpose: To compare intraocular pressure (IOP) values measured using non-contact tonometer (NCT) and ocular blood flow (OBF)-pneumotonometer in eyes with varying central corneal thicknesses (CCT).

Materials and Methods: 130 eyes of 65 cases were included in the study. CCT values were measured for each eye, and IOP values were then measured using NCT and OBF-pneumotonometer devices. IOP measurements obtained with both devices were compared statistically.

Results: Mean CCT value of the eyes in the study was 524.08±33.95 µ (433-607). Mean IOP values measured using NCT and OBF-pneumotonometer were 15.57±3.25 (9.1-22.4) and 17.77±3.73 (9-23.9) mmHg, respectively. Although the differences in IOP measurements between the devices were statistically significant (p<0.001), the two devices exhibited a high degree of correlation with one another (r=0.8, p<0.001) and at Bland-Altman analysis the differences in IOP values were generally within±2SD. In addition, IOP values measured using both devices were affected by CCT values (r=0.385, p<0.001; r=0.435, p<0.001, respectively). For each 10-micron increase in CCT values, an increase of 0.37 mmHg for IOP values measured using NCT and a 0.48 mmHg increase for IOP values measured using OBF-pneumotonometer were observed.

Conclusion: Results from NCT and OBF-pneumotonometer are proportional to one another. The OBF-pneumotonometer generally produces higher IOP values than NCT. However, this variation is not affected by CCT values. Interchangeable use of the two devices is not recommended in clinical practice. It is important that CCT values be borne in mind in assessing IOP values measured using the two devices.

Key Words: Cornea, corneal pachymetry, glaucoma, intraocular pressure, tonometry, ocular.

- 1- M.D. Associate Professor, Karadeniz Teknik University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Trabzon/TURKEY
TÜRK A., doktorademturk@yahoo.com
- 2- M.D., Karadeniz Teknik University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Trabzon/TURKEY
MOLLAMEHMETOĞLU S., drsolomen@hotmail.com
- 3- M.D. Asistant Professor, Karadeniz Teknik University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Trabzon/TURKEY
KOLA M., mehmetkola@yahoo.com
- 4- M.D. Asistant, Karadeniz Teknik University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Trabzon/TURKEY
KALKIŞIM A., ahmet_kalkisim@hotmail.com
- 5- M.D. Professor, Karadeniz Teknik University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Trabzon/TURKEY
- 6- İMAMOĞLU H.İ., himamoglu@ktu.edu.tr

Geliş Tarihi - Received: 19.04.2014

Kabul Tarihi - Accepted: 03.07.2014

Glo-Kat 2015;10:95-99

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D. Associate Professor, Adem TÜRK
Karadeniz Teknik University Faculty of Medicine,
Department of Ophthalmology, Trabzon/TURKEY

Phone: +90 462 377 54 71

E-mail: doktorademturk@yahoo.com

GİRİŞ

Göz içi basıncının (GİB) doğru bir şekilde ölçümü glokom tanı ve tedavisinde oldukça önemlidir. Glokomatöz optik sinir hasarında yükselmiş GİB değeri başlıca önlenabilir risk faktörünü oluşturmaktadır.¹⁻³ Günümüzde GİB ölçümünde Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) altın standart olarak kabul edilmektedir. Ayrıca non-kontakt tonometre (NKT), rebound tonometresi, dinamik kontor tonometresi, pnömotonometre gibi çeşitli cihazlar da GİB değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.⁴⁻⁸

Oküler kan akımı (OKA) pnömotonometresi (günümüzde bilinen adıyla oküler kan akımı analizatörü), tek kullanımlık bir başlığa sahip pnömatik itenek ile GİB'in yanı sıra pulsatil oküler kan akımını da hesaplayabilen bir cihazdır.⁹⁻¹¹ Cihaz tarafından pnömatik proba yönlendirilen hava akımı probun ucundaki gözenekli zar boyunca hareket etmektedir. Bu gözenekli zar korneaya temas ettirildiğinde zardan geçen hava akımına karşı korneadan kaynaklanan dirençten yola çıkılarak GİB hesaplanmaktadır. Cihaz ile ölçülen GİB değerlerinin GAT ile uyumlu sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.^{12,13}

Non-kontakt tonometre (NKT) OKA-pnömotonometresinden farklı bir yöntemle GİB'i hesap etmektedir. Bu cihaz korneayı düzleştirmek için havalı bir piston yerine bir hızlı hava atışı kullanmaktadır. Korneada hava atışı ile gelişen aplanasyon ise bir elektro-optik sistem ile takip edilmektedir. Bu sistemde korneaya gönderilen ışığın korneal verteksten cihazın sensörüne doğru olan geri yansımaları takip edilmektedir. Cihaz ışık yansımalarına ait değişimlerdeki hızı takip ederek GİB'i hesap etmektedir.¹⁴ NKT ile doğru bir GİB ölçümü için cihaz ile kornea arasında belirli bir mesafenin bulunması gerekmektedir. Bu mesafenin uygunluğu ise cihazda mevcut olan optik hizalama sistemi sayesinde düzenlenmektedir. NKT pratik ve temassız bir GİB ölçümü sağlamaktadır. Dolayısıyla korneal anestezi gerektirmemekte ve korneal temasa bağlı gelişebilecek göz sorunları yaşanmamaktadır.¹⁵ Yapılan çalışmalarda NKT'nin GAT ölçümleri ile iyi bir korelasyon sergilediği de gösterilmiştir.^{14,16}

Tonometri yöntemleri merkezi kornea kalınlığından (MKK) etkilenmektedir. Kalın kornealarda GİB olduğundan daha yüksek, ince kornealarda ise GİB olduğundan daha düşük olarak ölçülmektedir.¹⁷⁻¹⁹ Dolayısıyla doğru bir GİB ölçümü için tonometri üzerine MKK etkisini göz önünde bulundurmamak önemli bir husustur.

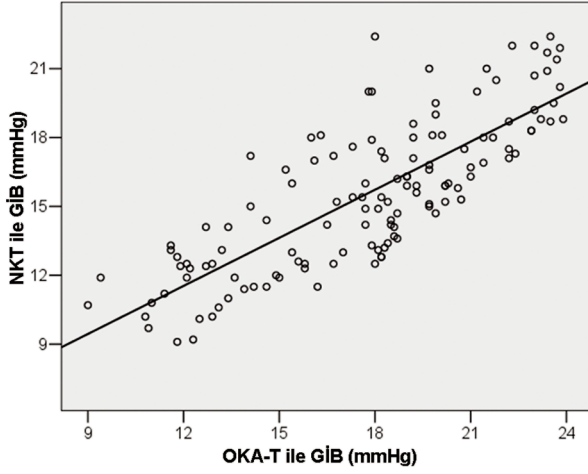
Bu çalışma pnömatik sistemle çalışan iki tonometre olan NKT ve OKA-pnömotonometresinden hangisinin MKK değerlerinden daha fazla etkilendiğini araştırmak ve iki cihazın korelasyonu üzerine MKK'nin muhtemel etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirildi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu ileriye dönük çalışma için etik kurul onayı alındı. Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alındı. Çalışmaya göz hastalıkları polikliniğine görme azlığı şikayeti ile başvurup, refraksiyon kusuru dışında ek bir göz problemi tespit edilmeyen olgular dahil edildi. Çalışmada dışlama kriterleri olarak yüksek myopi (≥ 6.00 diyoptri), tek göz varlığı, glokom, oküler hipertansiyon, üveit, kornea patolojisi, göz cerrahisi ya da kontakt lens kullanımı öyküsü alındı. Ayrıca, muayene esnasında yeterli uyumu gösteremeyen olgular da çalışma dışında tutuldu.

Çalışmaya dahil edilen tüm olguların detaylı göz muayeneleri yapıldı. Bu kapsamda her bir olguda en iyi düzeltilmiş görme keskinliği muayenesi, biyomikroskopik ön ve arka segment muayenesi gerçekleştirildi. Ayrıca olguların her iki gözlerine ait merkezi kornea kalınlığı (MKK) değerleri Optovue RTVue (RT100, software version 6.3, Optovue, Inc, Fremont, CA, ABD) kullanılarak ölçüldü. Daha sonra olguların GİB değerleri topikal anestezi damla (proparakain HCl %0.5, Alcaine; Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, ABD) uygulandıktan yaklaşık 5 dakika sonra ölçüldü. Ölçüm için önce NKT (Canon TX-F Non-Contact Tonometer, Canon Inc., Tachigi, Japonya) kullanılarak her bir göz için ardışık en az üç GİB ölçümü gerçekleştirildi ve bu ölçümlerin ortalaması kaydedildi. Daha sonra olguların her iki gözüne ait GİB değerleri OKA-pnömotonometresi (ocular blood flow analyser, Paradigm Medical Industries, Inc, Salt Lake City, UT, ABD) kullanılarak tekrar ölçüldü. Ölçümler olgular oturur pozisyonda iken gerçekleştirildi ve tüm ölçümler tek kullanımlık korneaya temas eden başlıklar kullanmak koşuluyla tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Cihaz ile ardışık beş GİB ölçümü yaklaşık 20 saniyelik süre içinde gerçekleştirildi ve cihazın ölçümlerle ilgili detaylı çıktısı alındı. Her bir gözde bu ardışık beş GİB ölçümünün ortalaması alınarak kaydedildi.

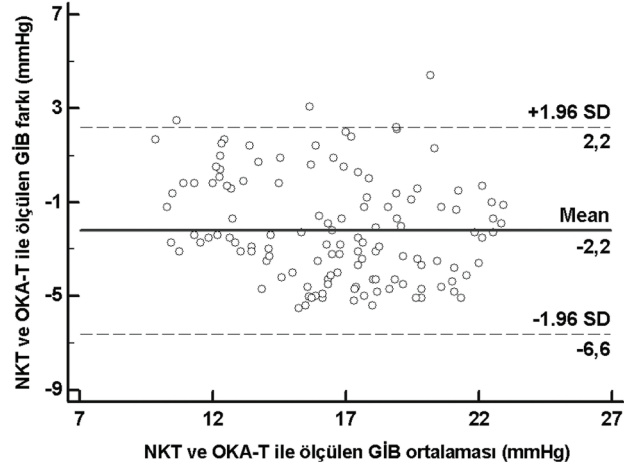
Çalışma grubunda elde edilen ölçüm sonuçları ortalama±standart sapma (SD) olarak ifade edildi. İstatistiksel analiz için SPSS yazılımı kullanıldı (SPSS, version 13.0.1, Chicago, Illinois, ABD; lisans:9069728). Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak test edildi. Her iki cihazla elde edilen GİB ölçümlerinin karşılaştırılmasında eşleştirilmiş iki grup t-testi ve Bland-Altman analizi gerçekleştirildi. Ölçümler arası korelasyonun analizi için ayrıca Pearson testi kullanıldı. Katılımcılara ait MKK değerlerinin GİB ölçümleri üzerine olan etkisi lineer regresyon analizi kullanılarak değerlendirildi. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak önemli addedildi.



Grafik 1: Non-kontakt tonometre ve oküler kan akımı pnömotonometresi ile ölçülen GİB ölçümlerinin birbirleriyle korelasyonu.

BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalamaları 53.89 ± 13 (25-81) olan, 34'ü (%52.3) kadın toplam 65 olguya ait 130 göz dahil edildi. Çalışmadaki gözlerin ortalama MKK değerleri 524.08 ± 33.95 (433-607) μ idi. NKT ve OKA-pnömotonometresi ile ölçülen ortalama GİB değerleri ise sırasıyla 15.57 ± 3.25 (9.1-22.4) ve 17.77 ± 3.73 (9-23.9) mmHg idi. Cihazlar arasındaki GİB ölçüm farklılığı ortalama olarak 2.2 ± 2.25 (-4.4-5.5) mmHg olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.001$). Ancak NKT ve OKA-pnömotonometresi ile elde edilen GİB ölçümlerinin yüksek düzeyde korelasyon sergilediği ($r = 0.8$, $p < 0.001$) görüldü. (Grafik 1). Bland-Altman analizinde de iki cihazla elde edilen ortalama GİB değerlerine ait fark dağılımlarının

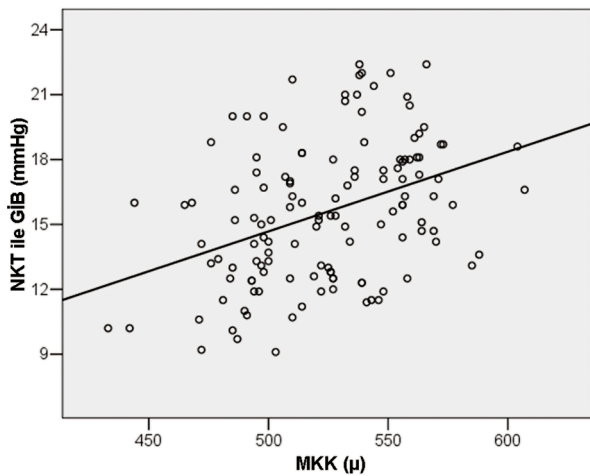


Grafik 2: Non-kontakt tonometre ve oküler kan akımı pnömotonometresi ile elde edilen ortalama GİB ölçümlerinin Bland-Altman analiziyle değerlendirilmesi. Buna göre her iki cihazla elde edilen ortalama GİB değerlerinin fark dağılımının çoğunlukla ± 4.4 mmHg aralığında olduğu görülmektedir.

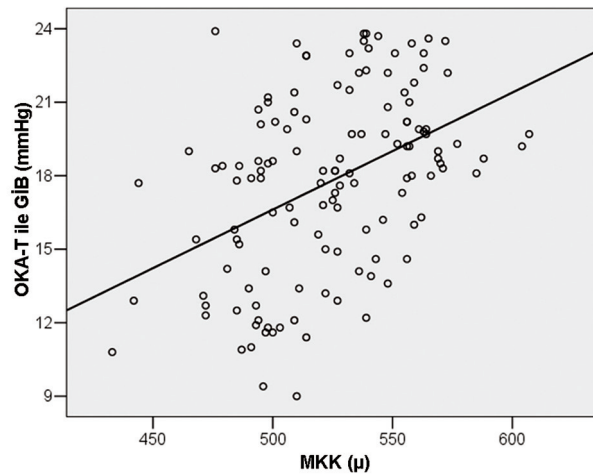
çoğunlukla $\pm 2SD$ içinde olacak şekilde birbirleriyle uyumlu sonuçlar verdiği görüldü (Grafik 2).

NKT ve OKA-pnömotonometresi ile ölçülen GİB değerlerinin MKK ile olan ilişkisine bakıldığında her iki cihazın da MKK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilendiği tespit edildi (sırasıyla $r = 0.385$, $p < 0.001$; $r = 0.435$, $p < 0.001$), (Grafik 3-4). İki cihaz arasındaki GİB ölçüm farklılıkları ile MKK arasındaki korelasyonun ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu görüldü ($r = 0.165$, $p = 0.061$, Grafik 5).

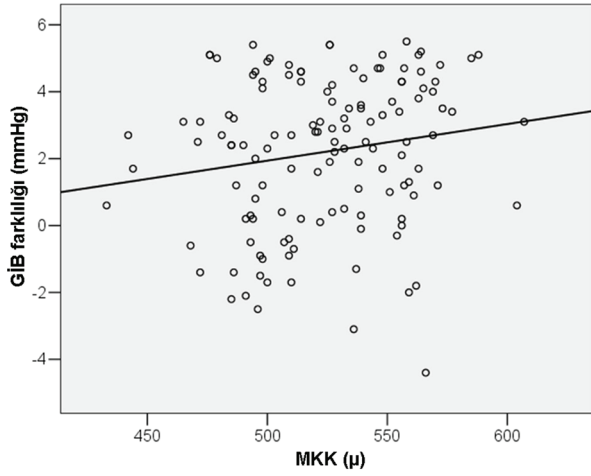
Lineer regresyon analizinde NKT ile ölçülen GİB değerlerinin MKK değerlerindeki her 10 mikronluk artış için 0.37 mmHg artış sergilediği, bu artışın OKA-pnömotonometresi ile elde edilen GİB değerleri için 0.48 mmHg olduğu görüldü (Grafik 4).



Grafik 3: Non-kontakt tonometre ile ölçülen GİB ölçümlerinin merkezi kornea kalınlığı değerleri ile korelasyonu.



Grafik 4: Oküler kan akımı pnömotonometresi ile ölçülen GİB ölçümlerinin merkezi kornea kalınlığı değerleri ile korelasyonu.



Grafik 5: Oküler kan akımı pnömotonometresi ve non-kontakt tonometre ile ölçülen GİB ölçümleri arasındaki farklılıkların merkezi kornea kalınlığı değerleri ile korelasyonu.

TARTIŞMA

Korneanın biyomekanik özellikleri günümüzde kullanılan birçok tonometri yöntemini etkilemektedir.²⁰ Her ne kadar OKA-pnömotonometresinin GİB ölçümünde MKK'dan etkilenmediği üretici firma tarafından iddia edilmiş olsa da bunun böyle olmadığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur.^{6,13,21} Yine NKT'nin de MKK'dan etkilendiği bilinen bir başka husustur.²² Çalışmamızda da gerek NKT ve gerekse de OKA-pnömotonometresi ile elde edilen GİB ölçümlerinin MKK'dan pozitif yönde etkilendiği bulunmuştur. Çalışmamızda OKA-pnömotonometresinin GİB değerlerini NKT'den istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde yüksek ölçtüğü görülmüştür. Yine çalışmamızda cihazlar arasındaki GİB ölçüm farklılığının MKK'dan etkilenmediği görülmüştür. Dolayısıyla her iki yöntemin de MKK'dan benzer şekilde etkilendiği ve korneaya pnömatik itenek temasıyla sağlanan ölçümlerin hızlı hava atışı ile sağlanan ölçümlere nazaran bir üstünlük oluşturmadığı anlaşılmıştır.

Literatürde NKT ve OKA-pnömotonometresinin farklı tonometrelerle kıyasını araştıran birkaç çalışma bulunmaktadır. GAT ve OKA-pnömotonometresinin farklı MKK değerlerine sahip olgularda kıyasını araştıran bir çalışmada Saleh ve ark.,¹³ her iki cihazın da MKK değerlerinden benzer şekilde etkilendiğini rapor etmiştir. Aynı çalışmada her iki cihazla elde edilen GİB ölçümlerinin de istatistiksel olarak benzer düzeyde olduğu bildirilmiştir.¹³ Bhan ve ark.,²¹ tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise GAT, OKA-pnömotonometresi ve Tono-Pen cihazları farklı MKK değerlerine sahip bireylerde kıyas edilmiştir. Bahsedilen çalışmada MKK kalınlığından en çok etkilenen cihazın OKA-pnömotonometresi, en az etkilenen cihazın ise Tono-Pen olduğu bildirilmiştir.²¹

Benzer şekilde Gunvant ve ark.,⁶ tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada da OKA-pnömotonometresinin GAT'a göre MKK artışlarından daha fazla etkilendiği bildirilmiştir. Bahsedilen çalışmada MKK değerlerindeki her 10 mikronluk artış için GAT'ta 0.27 mmHg, OKA-pnömotonometresinde ise 0.48 mmHg daha fazla GİB değerinin ölçüldüğü ifade edilmiştir.⁶ Ko ve ark.,²³ tarafından yapılan bir başka çalışmada yine GAT, OKA-pnömotonometresi ve NKT ile elde edilen GİB ölçümlerinin MKK'dan etkilendiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada bu etkilenmenin en çok NKT'de, en az ise GAT'ta geliştiği bildirilmiştir.²³ Bahsedilen çalışmada ayrıca MKK'deki her 10 mikronluk artış için NKT'de 0.98 mmHg, OKA-pnömotonometresinde ise 0.81 mmHg kadar bir GİB ölçüm hatası gelişebildiği bildirilmiştir.²³ Tonnu ve ark.,²⁴ tarafından yapılan bir çalışmada GAT, OKA-pnömotonometresi, Tono-Pen ve NKT ölçümleri üzerine MKK'nın etkisi irdelenmiştir. Söz konusu çalışmada her dört yöntemin de MKK değerlerinden etkilendiği ve MKK'daki her 10 mikronluk artış için NKT'de 0.46 mmHg, OKA-pnömotonometresinde ise 0.38 mmHg kadar bir GİB ölçüm hatası gelişebildiği bildirilmiştir.²⁴ Çalışmamızda MKK değerlerindeki her 10 mikronluk artış için NKT ile ölçülen GİB değerleri için 0.37 mmHg, OKA-pnömotonometresi ile elde edilen GİB değerleri için 0.48 mmHg'lik bir artışın geliştiği görülmüştür.

Çalışmamızda irdelenmesi gereken önemli bir husus her iki tonometrenin GİB ölçümleri sonrasında tekrarlayan GİB ölçümleri üzerine olan etkileridir. Korneaya gerçekleştirilen aplanasyonun GİB değerlerinde azalmaya neden olduğu bilinmektedir.²⁵ Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada GAT ile gerçekleştirilen GİB ölçümü sonrasında NKT ile ölçülen GİB değerlerinde anlamlı düzeyde bir azalmanın geliştiği görülmüştür.²⁶ Yine aynı çalışmada NKT ile gerçekleştirilen GİB ölçümünün ise bir başka NKT ile ölçülen GİB değerlerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmadığı ifade edilmiştir.²⁶ Bahsedilen hususlar çalışmamızda göz önüne alınarak GİB ölçümü için önce NKT tercih edilmiş ve ardından da OKA-pnömotonometresi kullanılmıştır. Dolayısıyla ilk seans ölçümlerinin ikinci seans ölçümleri etkilemesi bertaraf edilmiştir.

Çalışmamızda üzerinde durulması gereken bir diğer önemli husus ise topikal anestezi uygulamalarının GİB ve MKK değerleri üzerine olan muhtemel etkisidir. Baudouin ve Gastaud²⁷ tarafından yapılan bir çalışmada topikal anestezinin NKT ile elde edilen GİB ölçümlerinde anlamlı düzeyde azalmaya yol açtığı görülmüştür. Montero ve ark.,²⁸ tarafından yapılan bir başka çalışmada ise topikal anestezinin GİB ölçümlerinde anlamlı düzeyde azalmaya yol açtığı, ancak MKK değerlerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir. Speküler mikroskopik bir incelemede ise Nam ve ark.,²⁹ topikal proparakain ya da oksibuprokain uygulamalarının sonrasında MKK değerlerinde saniyeler içinde kaybolan yaklaşık 8 mikronluk kısa süreli bir artış rapor etmişlerdir.

Söz konusu bu artışın anestezi damlanın damlatılması sonrası gelişen gözyaşı düzensizliği ya da geçici korneal ödemden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.²⁹ Çalışmamızda gerek NKT ve gerekse de OKA-pnömotometresi ile GİB ölçümü topical anestezi damla uygulamasından yaklaşık beş dakika sonra gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla topikal anestezi uygulamasının çalışmamızdaki her iki cihaz ile elde edilen ölçümlerde benzer etkiye olacağını düşünmekteyiz.

Vücut pozisyonunun GİB ölçümü üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır.^{30,31} Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada Malih ve Sit³⁰ pnömotometre ile elde edilen GİB ölçümlerinde boynun fleksiyon ya da ekstansiyonunun, vücudun supin pozisyonu, sağ ya da sol lateral dekübit pozisyonlarının hepsinin de GİB ölçümlerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda gerek NKT ve gerekse de OKA-pnömotometresi ile elde edilen ölçümler katılımcılar oturur pozisyondayken ve boyun pozisyonları nötral haldeyken ölçülmüştür.

Çalışmamızdaki katılımcı sayısının nisbeten az olması nedeniyle her bir katılımcıya ait iki gözün çalışmaya dahil edilmesi bir eksikliklerdir. Ayrıca katılımcılarda ölçülen MKK değerlerinin daha çok 470-570 µ arasında olması ve bu nedenle çok ince ve çok kalın MKK değerlerine sahip olan olgulara ait GİB ölçüm sonuçlarının değerlendirmeye daha az katılması da çalışmamızın kısıtlılıklarını teşkil etmektedir.

Sonuç olarak çalışmamızda NKT ve OKA-pnömotometresinin farklı MKK değerlerine sahip sağlıklı bireylerde birbirleriyle yüksek düzeyde korelasyon sergilediği bulunmuştur. OKA-pnömotometresi genel olarak GİB değerlerini NKT'den daha yüksek ölçmektedir. Dolayısıyla klinik uygulamalarda iki cihazın birbirlerinin yerine kullanılması uygun değildir. Çalışmamızda önceki çalışmalarla benzer şekilde MKK değerlerinin GİB ölçüm değerlerini pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Dolayısıyla düşük MKK değerlerine sahip bireylerde GİB'nin daha düşük, kalın MKK'li bireylerde ise GİB'nin daha yüksek olarak yorumlanmasına fırsat vermemek için GİB ölçümü yapılırken MKK değerlerine göre GİB düzeltmelerinin yapılması önemli bir husustur.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2002;120:1268-79.
- Leske MC, Heijl A, Hussein M, et al. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol* 2003;121:48-56.
- Akyol N, Turk A, Cabuk Y, ve ark. Glokomda %0.005 latanoprost ve %2 carteolol tedavisinin etkinliğinin karşılaştırılması. *Glo-Kat* 2006;1:119-22.
- Cook JA, Botello AP, Elders A, et al. Systematic review of the agreement of tonometers with Goldmann applanation tonometry. *Ophthalmology* 2012;119:1552-7.
- Barkana Y. Postural Change in Intraocular Pressure: A comparison of measurement with a goldmann tonometer, tonopen xl, pneumatonometer, and HA-2. *J Glaucoma* 2014;23:23-8.
- Gunvant P, Baskaran M, Vijaya L, 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.
- Bayar Akça S, 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.
- Özcan AA, Çiloğlu E, Esen E, ve ark. Normal gözlerde goldmann applanasyon tonometre ile rebound tonometri, dinamik kontur tonometre, tonopen XL'in karşılaştırılması. *Glo-Kat* 2013;8:225-30.
- Chidlow G, Nash MS, Crowhurst C, et al. The ocular blood flow tonograph: a new instrument for the measurement of intraocular pressure in rabbits. *Exp Eye Res* 1996;63:463-9.
- Turk A, Esenulku CM, Akyol N, et al. Pulsatile ocular blood flow changes after panretinal photocoagulation treatment in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Turk J Med Sci* 2014; 44: 524-9.
- Türk A, Günay M, İmamoğlu Hİ, ve ark. Primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyon ve normotansif glokomlu olgulardaki pulsatil oküler kan akımı analizi. *Turk J Ophthalmol* 2012;42:125-30.
- Esgin H, Alimgil ML, Erda S. Clinical comparison of the ocular blood flow tonograph and the Goldmann applanation tonometer. *Eur J Ophthalmol* 1998;8:162-6.
- Saleh TA, Adams M, McDermott B, et al. Effects of central corneal thickness and corneal curvature on the intraocular pressure measurement by Goldmann applanation tonometer and ocular blood flow pneumatonometer. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34:516-20.
- Ogbuehi KC. Assessment of the accuracy and reliability of the Topcon CT80 non-contact tonometer. *Clin Exp Optom* 2006;89:310-4.
- Farhood QK. Comparative evaluation of intraocular pressure with an air-puff tonometer versus a Goldmann applanation tonometer. *Clin Ophthalmol* 2013;7:23-7.
- García-Resúa C, Pena-Verdeal H, Miñones M, et al. Reliability of the non-contact tonometer Tonopachy NT-530P in healthy eyes. *Clin Exp Optom* 2013;96:286-94.
- Ruangvaravate N, Thuangtong A, Kosrirukvongs P, et al. Tonometry after laser in situ keratomileusis treatment: a preliminary study in Thai patients. *J Med Assoc Thai* 2005;88:340-4.
- Lee GA, Khaw PT, Ficker LA, et al. The corneal thickness and intraocular pressure story: where are we now? *Clin Experiment Ophthalmol* 2002;30:334-7.
- Brandt JD. Corneal thickness in glaucoma screening, diagnosis, and management. *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15:85-9.
- Kotecha A. What biomechanical properties of the cornea are relevant for the clinician? *Surv Ophthalmol* 2007;52:S109-14.
- Bhan A, Browning AC, Shah S, et al. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumatonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:1389-92.
- Ogbuehi KC, Osuagwu UL. Corneal biomechanical properties: Precision and influence on tonometry. *Cont Lens Anterior Eye* 2013 Oct 10. pii: S1367-0484(13)00276-2. doi: 10.1016/j.clae.2013.09.006.
- Ko YC, Liu CJ, Hsu WM. Varying effects of corneal thickness on intraocular pressure measurements with different tonometers. *Eye (Lond)* 2005;19:327-32.
- Tonnu PA, Ho T, Newson T, et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumatonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol* 2005;89:851-4.
- Almubrad TM, Ogbuehi KC. The effect of repeated applanation on subsequent IOP measurements. *Clin Exp Optom* 2008;91:524-9.
- Almubrad TM, Ogbuehi KC. On repeated corneal applanation with the Goldmann and two non-contact tonometers. *Clin Exp Optom* 2010;93:77-82.
- Baudouin C, Gastaud P. Influence of topical anesthesia on tonometric values of intraocular pressure. *Ophthalmologica* 1994;208:309-13.
- Montero JA, Ruiz-Moreno JM, Fernandez-Munoz M, et al. Effect of topical anesthetics on intraocular pressure and pachymetry. *Eur J Ophthalmol* 2008;18:748-50.
- Nam SM, Lee HK, Kim EK, et al. Comparison of corneal thickness after the instillation of topical anesthetics: proparacaine versus oxybutyprocaine. *Cornea* 2006;25:51-4.
- Malih M, Sit AJ. Effect of head and body position on intraocular pressure. *Ophthalmology* 2012;119:987-91.
- Lee TE, Yoo C, Kim YY. Effects of different sleeping postures on intraocular pressure and ocular perfusion pressure in healthy young subjects. *Ophthalmology* 2013;120:1565-70.