

Dinamik Kontur Tonometre Ölçümlerinin Değişkenliği ve Oküler Biyometrik Faktörlerle İlişkisi

Ümit Aykan (*), Mesut Erdurmuş (*), Burhan Yılmaz (*), Ali Aydın (*)

ÖZET

Amaç: Dinamik kontur tonometre (DKT) ölçümlerinin gözlemci içi değişkenliğini incelemek ve ölçümlerin oküler biyometrik faktörlerle ilişkisini değerlendirmek

Yöntem: Yetmiş sekiz sağlıklı erkek olguya DKT ile ardışık 3 ölçüm yapıldı. Santral kornea kalınlık (SKK), aksiyel uzunluk (AU) ve ön kamara derinlik (ÖKD) değerleri ölçülerek olası korelasyonlar araştırıldı.

Bulgular: Yaş ortalaması $20,8 \pm 1,6$ (20–27) yıl olan 78 sağlıklı erkeğin 155 gözü çalışmaya dahil edildi. Ortalama SKK $549,7 \pm 36,1$ μm , ortalama AU $23,7 \pm 0,8$ mm ve ortalama ÖKD $3,6 \pm 0,3$ mm idi. Sınıf içi korelasyon katsayısı (%95 güvenlik aralığı) göz içi basıncı (GİB) için 0,70 (0,63–0,76) ve oküler nabız genliği (ONG) için 0,78 (0,72–0,83) idi. GİB ile SKK arasında hafif-orta düzeyde pozitif korelasyon saptandı ($r: 0,34$ $p<0,01$).

Tartışma: DKT ile yapılan gözlemci içi tekrarlayan GİB ve ONG ölçümlerinin uyumluluğu yüksek bulunmuştur. DKT ölçümleri SKK değerlerinden etkilenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dinamik kontur tonometre, gözlemci içi değişkenlik, oküler biyometrik faktörler, oküler nabız genliği.

SUMMARY

Variability of Dynamic Contour Tonometer Measurements and Its Relation To Ocular Biometric Factors

Purpose: To investigate the intraobserver variability of dynamic contour tonometer (DCT) measurements and to evaluate the correlation between the readings and ocular biometric factors.

Methods: Consecutive 3 measurements of DCT were performed to 78 healthy male subjects. Central corneal thickness (CCT), axial length (AL) and anterior chamber depth (ACD) values were measured for evaluation of possible correlations.

(*) Gata Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Hastalıkları Servisi, İstanbul

Yazışma adresi: Yard. Doç. Dr. Mesut Erdurmuş, GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Hastalıkları AD 06510 İstanbul – Türkiye
E-posta: merdurmus@yahoo.com

Mecmuaya Geliş Tarihi: 11.06.2009
Düzeltilmeden Geliş Tarihi: 21.08.2009
Kabul Tarihi: 03.09.2009

Results: A total of 155 eyes of 78 cases with a mean age of $20,8 \pm 1,6$ (20-27) years were included into the study. Mean CCT was $549,7 \pm 36,1 \mu\text{m}$, mean AL was $23,7 \pm 0,8 \text{ mm}$ and mean ACD was $3,6 \pm 0,3 \text{ mm}$. Intraobserver correlation coefficients (%95 confidence interval) were 0,70 (0,63–0,76) for intraocular pressure (IOP) and 0,78 (0,72–0,83) for ocular pulse amplitude (OPA). Mild to moderate positive correlation was detected between the IOP and CCT ($r: 0,34 p<0,01$).

Conclusion: The agreement of the intraobserver variability of IOP and OPA measurements by DCT were found high. DCT readings were affected by CCT.

Key Words: Dynamic contour tonometer, intraobserver variability, ocular biometric factors, ocular pulse amplitude.

GİRİŞ

Aplanasyon tonometreleri ile yapılan ölçümlerin santral kornea kalınlığından (SKK) etkilenmesi (1,2) ve göz içi basıncının (GİB) doğru tespit edilmesinin öneminin anlaşılması, araştırmacıları yeni tonometreler geliştirmeye sevk etmiştir. Yeni geliştirilen bu cihazlardan biri de Paskal dinamik kontur tonometre'dir (DKT; Swiss Microtechnology AG, Port, İsviçre). Bu tonometre, GİB ölçümlerinde korneanın biyomekanik etkilerini ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır. Sağlıklı insanlarda, glaukoma hastalarda ve refraktif cerrahi geçiren gözlerde; DKT ile GİB ölçümünün SKK'dan etkilenmediğini bildiren çalışmalar mevcuttur (3-5). Biyomikroskopla monte edilebilen bu cihaz '*direkt transkorneal metot*' olarak isimlendirilen yöntemle GİB'i ölçer. Paskal DKT, GİB ölçümü ile eş zamanlı olarak sistol ve diyastol arası GİB farkını ifade eden oküler nabız genliği (ONG) ölçümünü de yapabilmektedir.

Bu çalışmanın birinci amacı homojen ve sağlıklı bir popülasyonda Paskal DKT ile ölçülen GİB ve ONG ölçümlerinin gözlemci içi değişimlerinin incelenmesidir. Çalışmanın ikinci amacı ise oküler biyometrik faktörlerin DKT ölçümleri üzerine etkisi olup olmadığının tespit edilmesidir.

YÖNTEM VE GEREÇ

Çalışma popülasyonu

Bu çalışma GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Kliniği'nde gerçekleştirildi. Sağlık raporu almak için başvuran yaşları 20 ile 27 arasında değişen sağlıklı, erkek bireyler çalışma kapsamına alındı. Her olgu kendine uygulanacak işlem ve muayene yöntemi hakkında önceden bilgilendirildi ve onam formu imzalatıldı. Göz içi inflamasyon ve travma, mevcut veya önceki kornea has-

talığı, kontakt lens kullanımı ve lazer uygulamalarını da içeren geçirilmiş göz cerrahisi dışlama kriterleri olarak alındı.

Ölçümler

Çalışmaya alınan olgulara rutin göz muayenesi ile birlikte sırasıyla ön kamara derinliği (ÖKD) ve aksiyel uzunluk (AU) ölçümü, DKT ile GİB ve ONG ölçümü ve ultrasonik pakimetre yardımıyla SKK ölçümü yapıldı.

ÖKD ve AU ölçümü IOL Master (Carl Zeiss Meditec AG, Almanya) kullanılarak yapıldı. GİB ve ONG ölçümü her iki göze %0,5 proparakain ile topikal anestezi sağlandıktan sonra Paskal DKT kullanılarak yapıldı. Ölçümler aynı hekim tarafından hasta oturur pozisyonda ve dik olarak karşıya doğru bakarken, prob santral korneaya hafifçe temas ettirerek, korneaya baskı uygulamamaya özen gösterilerek alındı. Tüm ölçümler öğleden sonra saat 13.30 ile 14.30 arasında yapıldı. Her ölçüm arasında 5–10 dakika aralık kalacak şekilde aynı hekim tarafından (Ü.A.) ardışık 3 ölçüm gerçekleştirildi. Kalite skoru Q1 ve Q2 olan ölçümler güvenilir kabul edilerek kaydedildi. Kalite skoru düşük olan olgularda bu standarda ulaşana kadar tekrarlandı. SKK ölçümü topikal anestezi altında Passcan 300 P-Digital Biometric Ruler (Sonomed, ABD) ile yapıldı. Pakimetre probu, dilate olmamış pupil üzerinden kornea merkezine dik olacak şekilde ölçümler yapıldı ve $\pm 5 \mu\text{m}$ standart sapması olan beş ölçümün ortalaması kaydedildi.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler SPSS 11.5 programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı. Veriler ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edildi. GİB ve ONG ölçümlerinin gözlemci içi uyum düzeyinin tespiti için gözlemci içi korelasyon katsayısı [Intraclass Correlation Coefficients (ICC)] ve %95 güvenilirlik aralığı hesaplandı. Oküler biyometrik faktörler ile GİB ve ONG

arasındaki olası korelasyon analizi için Pearson korelasyon testi kullanıldı. Korelasyon analizinde 3 GİB ve ONG ölçümünün ortalaması kullanıldı. P değeri 0.05'in altında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

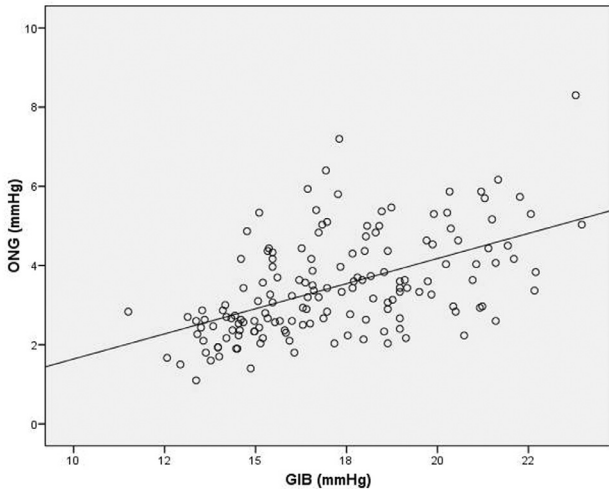
BULGULAR

Toplam 78 sağlıklı erkeğin 155 gözü (78 sağ göz 77 sol göz) çalışma kapsamına alındı. Bir göz, ptergium ve düzensiz astigmatizma varlığı nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Olguların yaş ortalaması $20,8 \pm 1,6$ (20–27) yıl idi. Çalışmaya alınan gözlerde ortalama SKK $549,7 \pm 36,1$ (468–656) μm , ortalama AU $23,7 \pm 0,8$ (21,9–27,7) mm ve ortalama ÖKD $3,6 \pm 0,3$ (3–4,2) idi. Tablo 1'de DKT ile yapılan ardışık ölçümlerin ortalamaları görülmektedir. ICC (%95 güvenilirlik aralığı) GİB için 0,70 (0,63–0,76) ve ONG için 0,78 (0,72–0,83) idi.

GİB ile AU ve ÖKD arasında anlamlı bir korelasyon tespit edilmedi. GİB ile SKK arasında hafif-orta düzeyde pozitif korelasyon saptandı ($r:0,34$ $p<0,01$). Doğrusal regresyon analizinde GİB'in SKK'dan etkilendiği görüldü ($p=0,001$, $r^2=0,11$). Buna göre her 1 μm SKK değişimi için GİB'de 0,025 (0,014–0,036) mmHg değişim olmaktadır.

ONG ile ÖKD arasında bir korelasyon saptanmadı. ONG ile SKK arasında hafif pozitif ($r:0,21$ $p:0,008$) ve AU arasında hafif negatif ($r:-0,23$ $p:0,005$) bir korelasyon saptandı. Ayrıca ONG ile GİB arasında orta-yüksek düzeyde bir pozitif korelasyon saptanmıştır ($r: 0,54$ $p: 0,001$). Grafik 1'de ONG ile GİB arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği gösterilmiştir.

Grafik 1. GİB ile ONG arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.



Tablo 1. Dinamik kontur tonometre ile yapılan ardışık GİB ve ONG ölçümlerinin ortalamaları

Ölçüm	GİB (mmHg)	ONG (mmHg)
1. ölçüm	$17,53 \pm 3,02$	$3,51 \pm 1,46$
2. ölçüm	$17,00 \pm 2,89$	$3,46 \pm 1,31$
3. ölçüm	$16,99 \pm 3,02$	$3,40 \pm 1,33$
Ortalama	$17,17 \pm 2,67$	$3,46 \pm 1,26$

GİB: Göz içi basıncı, ONG: oküler nabız genliği.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, sağlıklı genç erkek popülasyonunda Paskal DKT ile yapılan gözlemci içi GİB ve ONG ölçümleri arasındaki uyum yüksek bulunmuştur. Tekrarlanan ölçümlerde yüksek uyum gösteren sonuçların alınması bu tonometrenin güvenilir bir cihaz olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte SKK ile GİB arasındaki korelasyon, DKT ile yapılan ölçümlerin SKK'dan tamamen bağımsız olmadığını ortaya koymaktadır. Çalışmamızda ölçümleri etkileyebilecek olan yaş ve cinsiyet faktörünün sabitlenmesi sonuçların anlamlılığını daha da arttırmaktadır.

Boehm ve ark.(6) fakoemulsifikasyon öncesi intrakameral manometri yerleştirilen ve şişe yüksekliği ayarlanarak 15, 20 ve 35 mmHg düzeylerine uyarlanmış 3 farklı klinik örnekte, DKT'nin gözlemci içi korelasyon katsayısını sırasıyla 0,82, 0,71 ve 0,63 olarak saptamıştır. Erdurmuş ve ark.(7) glokom ve oküler hipertansiyonlu gözlerde DKT'nin tekrarlanabilirlik katsayısını 0,92 bulmuştur. Çalışmamızda da DKT ile GİB ve ONG ölçümü için korelasyon katsayıları 0,70 ve 0,78 olarak saptanmıştır. DKT'nin yüksek tekrarlanabilirlikte ölçümler yaptığını bizim sonuçlarımızı da doğrulamaktadır.

İlk olarak Goldmann (8) aplanasyon tonometresi ölçümlerinin SKK'dan etkilendiğini bildirmiştir. Zamanla, SKK'nın farklı tonometrelerde GİB ölçümlerinin doğruluğu üzerine etkisi daha iyi anlaşılmıştır (9-11). DKT ile yapılan çalışmaların çoğu SKK'nın GİB ölçümleri üzerine belirgin bir etkisi olmadığını veya aplanasyon tonometrelerine göre göreceli olarak daha az etkisi olduğunu göstermiştir. Siganos ve ark. (12) Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ve non-kontakt tonometre (NKT) ölçümlerini SKK ile anlamlı oranda bağlantılı bulmuşlar ve her 10 μm SKK artışı için 0,3 mmHg GİB artışı bildirmişlerdir. Aynı çalışmada DKT'nin SKK'dan etkilenmediği de bildirilmiştir. İnsan kadavralarında yapılan bir çalışmada GAT ve pnömotonometre ile karşılaştırıldığında DKT ile ölçülen GİB değerlerinin manometre ölç-

çümlerine en yakın sonuçları verdiği saptanmıştır (13). Kaufmann ve ark.(14) sağlıklı gözlerde DKT ile yapılan GİB ölçümlerinin SKK'dan etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Ku ve ark.'nın (15) 116 gözde yaptığı çalışmada DKT'nin SKK'dan istatistiksel olarak etkilenmediği ancak bu etkilenmenin anlamlılık düzeyine çok yaklaştığı bildirilmiştir ($p=0.07$). Bunlarla birlikte, bazı klinik çalışmalarda DKT ölçümlerinin kornea kalınlığından etkilendiği bildirilmiştir. Martinezde-la-Casa ve ark.(16) OHT ve glokomlu 90 hastanın 146 gözünde yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada DKT'nin SKK'dan etkilendiği ancak bunun göreceli olarak aplanasyon tonometrelerinden daha az olduğu bildirilmiştir. Ülkemizden yapılan bir çalışmada ise Öztürk ve ark.(17) sağlıklı 106 gözde DKT ile GAT, NKT ve Tonopen ölçümlerini değerlendirmişler ve DKT'nin GAT ve NKT gibi SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada da yine DKT'nin, GAT ve NKT'ye göre SKK'dan istatistiksel olarak daha az etkilendiği saptanmıştır. Eser ve ark. (18) DKT ve Tonopen'in GAT ve NKT'ye göre SKK'dan daha az etkilendiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda SKK'nın DKT ile GİB ölçümlerini etkilediğini gördük. Ancak bu etkilenme literatürle karşılaştırıldığında aplanasyon tonometrelerine oranla daha düşük bulunmuştur (12, 14, 19, 20).

Aplanasyon tonometrileri ile yapılan GİB ölçümleri üzerine aksiyel uzunluğun etkisi ile ilgili farklı sonuçlar bildiren çalışmalar vardır (21-24). Li ve ark. (24) aksiyel uzunluk ile GAT ile ölçülen GİB arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Medeiros ve ark. (22) GAT ile aksiyel uzunluk arasında bir ilişki saptamamışlardır. DKT ile yapılan bir çalışmada ise GİB ölçümünün aksiyel uzunluktan etkilenmediği bildirilmiştir (14). Çalışmamızda aksiyel uzunluk ve DKT ile GİB ölçümü arasında da bir ilişki saptanmamıştır. DKT, aplanasyon yapmadan ve korneaya çok az bir kuvvet uygulayarak GİB'i ölçtüğünden; oküler rijidite ve elastisite gibi aksiyel uzunluğu ilgilendiren oküler faktörlerden de göreceli olarak daha az etkilenmektedir. Ancak, her ne kadar DKT ile GİB ölçümünün SKK, kornea kurtürü ve aksiyel uzunluk gibi oküler parametrelerden aplanasyon tonometrelerine göre daha az etkilendiği bildirilmekte ise de, korneanın biyomekanik özelliklerinden tamamen bağımsız ölçüm yaptığı söylenemez.

ONG, koroid perfüzyonunun indirekt göstergesidir ve kardiyak siklus sırasında oluşan oküler kan akımı hakkında bilgi verir (25,26). ONG; yaş, cinsiyet, hormonal durum ve kadiyovasküler hastalık gibi sistemik faktörlerden etkilenmekle birlikte, glokom ve yüksek miyopi gibi çeşitli oküler nedenlerden de etkilenebilmektedir.

Özçetin ve ark. (27) sağlıklı yaşlı bireylerde ONG'yi $2,8\pm 0,8$ mmHg tespit etmişlerdir. Erdurmuş ve ark. (28) da bununla uyumlu olarak sağlıklı bireylerde ONG'yi $2,81 \pm 1,01$ mmHg olarak saptamıştır. Ocakoğlu ve ark. (29) ONG'yi primer açık açılı glokomu olan gözlerde $3,35 \pm 1,1$ mmHg, oküler hipertansiyonlu gözlerde $3,54\pm 1,3$ mmHg ve benzer yaş grubundaki sağlıklı gözlerde $2,71\pm 0,9$ mmHg olarak saptamışlardır. Çalışmamızda sağlıklı genç erkek bireylerde ortalamada ONG $3,46\pm 1,26$ mmHg olarak saptanmıştır. Çalışmamızda sağlıklı bireylerdeki ONG değerlerinin diğer çalışmalardan daha yüksek bulunmasının sebebi yaş ve cinsiyet faktörleriyle ilişkili olabilir.

Yapılan çalışmalarda DKT ile ölçülen ONG ile GİB arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Yüksek GİB'le birlikte, skleral duvar gerilimi artmakta ve göze sistolde gelen kan hacmi stres altında olan göz küresi duvarlarında elastik genişleme yapmaktan çok GİB'de belirgin bir artış oluşturmaktadır. Bu durum, ONG ile GİB arasında saptanan pozitif korelasyonu açıklayabilir (28,30). Ocakoğlu ve ark. (29) ONG ile GİB arasında zayıf da olsa pozitif bir ilişki saptamışlardır. Çalışmamızda da bununla uyumlu olarak ONG ile GİB arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır.

ONG ile aksiyel uzunluk arasındaki negatif ilişki varlığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir (31, 32). Aksiyel uzunluğun artışı ile normal göze göre göreceli olarak daha düşük hacimde kan göz küresine ulaşmaktadır. Bu nedenle aksiyel uzunluk artışı ile ONG arasında ters bir korelasyon bulunmaktadır. Çalışmamızda da ONG ile aksiyel uzunluk arasında hafif negatif bir ilişki bulunmuştur. Çalışmamızda bu ilişkinin düşük düzeylerde kalması çalışmaya alınan bireylerin aksiyel uzunluk dağılımının normal sınırlarda olması ile açıklanabilir.

Sonuç olarak; DKT, GİB ölçümü için yeni ve kullanışlı bir teknolojidir. Tekrarlayan ölçümlerde uyumun yüksek olması, SKK'dan göreceli olarak daha az etkilenmesi ve eş zamanlı olarak oküler nabız genliğini de ölçmesi bu tonometrenin başlıca avantajlarıdır.

KAYNAKLAR

1. 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: 1389-1392.
2. Tonnu PA, Ho T, Newson T, El Sheikh A, Sharma K, White E 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: 851-854.
3. Tonnu PA, Ho T, Sharma K, White E, Bunce C, Garway-Heath D. A comparison of four methods of tonometry: method agreement and Interobserver variability. *Br J Ophthalmol* 2005; 89: 847-850.
 4. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120: 714-720.
 5. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L, Bengtsson B, Hussein M. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2002;120: 1268-1279.
 6. Boehm AG, Weber A, Pillunat LE, Koch R, Spoerl E. Dynamic contour tonometry in comparison to intracameral IOP measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49: 2472-2477.
 7. Erdurmus M, Totan Y, Hepsen İF, Yagci R. Comparison of dynamic contour tonometry and noncontact tonometry in ocular hypertension and glaucoma. *Eye*. 2009; 23: 663-668.
 8. Goldmann H. Factors influencing intraocular pressure. *Bibl Ophthalmol* 1970; 81: 97-105.
 9. Yagci R, Eksioğlu U, Midillioglu I, Yalvac I, Altıparmak E, Duman S. Central corneal thickness in primary open angle glaucoma, pseudoexfoliative glaucoma, ocular hypertension, and normal population. *Eur J Ophthalmol* 2005;15:324-328.
 10. Koçak N, Güneç Ü. Goldmann Aplanasyon Tonometresinde hata kaynakları. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 1999; 8: 70-72.
 11. Doganay S, Er H, Cumhuriçcu T, Keskin U. Keratokonuslu olgularda santral kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümüne etkisi. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2002; 11: 207-211.
 12. 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.
 13. Kniestedt C, Nee M, Stamper RL. Dynamic contour tonometry: A comparative study on human cadaver eyes. *Arch Ophthalmol* 2004; 122: 1287-1293.
 14. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldman applanation tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004; 45: 3118-3121.
 15. Ku JY, Danesh-Meyer HV, Craig JP, et al. Comparison of intraocular pressure measured by Pascal dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *Eye* 2006; 20:191-198.
 16. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. *Ophthalmology* 2006; 113: 2156-2162.
 17. Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G, Ermiş SS, Kaplan Ü, İNAN ÜÜ. Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz İçi Basıncı Değerlerinin Goldmann Aplanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre Ve Tonopen İle Karşılaştırılması Ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi. *Glokom-Katarakt* 2006; 1: 171-175.
 18. Eser E, Başer EF, Seymenoğlu G. Pascal Dinamik Kontur tonometre, Goldmann Aplanasyon Tonometresi, Tonopen ve Nonkontakt Tonometre ile Göz İçi Basıncı Ölçümlerine Korneal, Refraktif ve Biyometrik Parametrelerin Etkisi. *Glokom-Katarakt* 2008; 3: 230-235.
 19. Hoffmann EM, Grus FH, Pfeiffer N. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol* 2004;4:4.
 20. Kampeter BA, Jonas JB. Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. *Am J Ophthalmol* 2005;140:318-320.
 21. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol* 1993; 38: 1-30.
 22. Medeiros FA, Weinreb RN. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the ocular response analyzer. *J Glaucoma* 2006; 15: 364-370.
 23. Singh RP, Goldberg I, Graham SL, Sharma A, Mohsin M. Central corneal thickness, tonometry, and ocular dimensions in glaucoma and ocular hypertension. *J Glaucoma* 2001; 10: 206-210.
 24. Li Q, Li M, Fan Z, Wang N. The influence of central corneal thickness and corneal curvature and axial length on the measurement of intraocular pressure. *Yan Ke Xue Bao*. 2002;18:176-180.
 25. Langham ME, To'Mey KF. A clinical procedure for the measurements of the ocular pulse-pressure relationship and ophthalmic arterial pressure. *Exp Eye Res*. 1978; 27: 17-25.
 26. Silver DM, Farrell RA. Validity of pulsatile ocular blood flow measurements. *Surv Ophthalmol*. 1994; 38: 72-80.
 27. Özçetin H, Baykara M, Atasoy A, Kaya DT, Aslançcı ME, Günerigök MS. Oküler Nabız Amplitüdü'nün Değerlendirilmesinde Dinamik Kontur Tonometre'nin Önemi. *Glokom-Katarakt* 2008; 3: 153-157.
 28. Erdurmuş M, Karadağ R, Keskin UC, Uzun F, Hepsen İF. Dinamik Kontur Tonometri ile Oküler Puls Amplitüd Ölçümü ve Bu Ölçüme Santral Kornea Kalınlığı, Aksiyel Uzunluk ve Ön Kamara Derinliğinin Etkisi. *TOG* 2007; 37: 414-419.
 29. Ocakoğlu Ö, Uçar D. Pascal Dinamik Kontur Tonometresi Kullanarak Glokomlu ve Oküler Hipertansif Hastalarda Oküler Nabız Genliği Ölçümleri. *TOG* 2008; 38: 198-203.
 30. Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, Thiel MA. Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol*. 2006; 124: 1104-1108.
 31. James CB, Trew DR, Clark K, Smith SE. Factors influencing the ocular pulse-axial length. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1991;229:341-344.
 32. McBrien NA, Gentle A. Role of the sclera in the development and pathological complications of myopia. *Prog Retin Eye Res*. 2003; 22: 307-338.