

# Odak Noktaları

TOD GLOKOM BİRİMİ YAYINIDIR

YIL 2019, SAYI 4

## GÖZ İÇİ BASINCI ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ VE KORNEA BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

### Amaç

Yüksek göz içi basıncı (GİB) glokomatöz optik nöropati gelişimi ve progresyonu için en önemli ve müdahale edilebilen tek risk faktörüdür. Bu nedenle GİB'in doğru ve hassas bir şekilde ölçülmesi tanı ve tedaviye cevabın değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde kullanılmakta olan tüm ölçüm yöntemleri GİB'ni kornea üzerinden ölçmektedirler. Bu nedenle GİB ölçümünde kornea kalınlığı ve biyomekanik özellikleri önem taşımaktadır. Odak noktaları serimizin bu sayısında GİB ölçüm yöntemleri ve korneanın biyomekanik özellikleri anlatılmıştır.

### Giriş:

Yüksek GİB glokom gelişimi ve progresyonu için en önemli risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Hastalığın tedavi planlamasında öncelikle her göze özgü bir hedef basınç belirlenir. Tedavi planı ile hedef GİB değerlerine ulaşılabilirse glokoma özgü yapısal ve fonksiyonel hasarlar büyük ölçüde önlenmektedir. Bu nedenle glokom hastalarının teşhis ve takibinde, GİB değerlerini en doğru şekilde saptamak son derece önemlidir. Ancak GİB ölçümü, başta kornea biyomekaniği ve kalınlığı olmak üzere korneanın eğriliği, sklera ve oküler dokuların yapısal özelliklerinden oldukça etkilenmektedir. Bu yazımızda amacımız GİB ölçümü yapan tonometri cihazlarını (tonometreler) ve ölçümü etkileyen faktörleri irdelemektir.

### Tonometri cihazları:

#### A. Schiøtz tonometrisi:

1905 senesinde Hjalmar Schiøtz tarafından geliştirilmiştir. İndentasyon yani korneayı çökertici prensiple çalışmaktadır. Basit, güvenilir, rölatif olarak doğru sonuçlar veren bir tonometredir, ancak günümüzde yeni yöntemlerin ortaya çıkmasıyla önemini kaybetmiştir (Şekil 1).

**Uygulama:** Hasta yatar pozisyonda ve topikal anestezi altında kullanılır. Üzerine 5.5, 10 ve 15 gramlık ağırlıklar eklenerek korneayı çökertici etkisi ölçülmekte, skaladan alınan ölçüm değeri, çevirim tabloları olarak da bilinen Friedenwald nomogramlarından mmHg olarak okunmaktadır.

**Etkilendiği parametreler:** Oküler rijiditeden etkilenmektedir. Oküler rijidite, GİB ile oküler volüm arasındaki matematiksel ilişkiye bağlı olarak, göz duvarlarının, yani kornea ve skleranın basınca karşı esneyebilme, yani elastik özelliklerini yansıtmaktadır. Ayrıca koroid ve oküler kan akımı da rijidite üzerinde etkili olmaktadır. Schiøtz tonometrisi ile oküler rijiditenin yüksek olduğu hipermetropi ve skarlı kornealarda GİB olduğundan yüksek; oküler rijiditenin düşük olduğu miyopide ise olduğundan düşük ölçülmektedir.



Şekil 1: Schiøtz tonometresi

### Hedef kitlemiz

Bu bilimsel aktivitemiz özellikle glokom ile ilgilenen göz hekimlerinin, göz hastalıkları dalında ihtisas yapan asistanların ve tüm göz uzmanlarının eğitimlerine yöneliktir.

### Amacımız

Belirli bir konuda temel bilgilerin yanısıra gelişen tanı tekniklerinin ve yeni tedavi seçeneklerinin ışığında aydınlatıcı, başvuru kaynağı niteliğinde mini kitap dizinlerinin hazırlanması, ve TOD-Net platformunda tüm üyelerin erişimine sunulmasıdır.

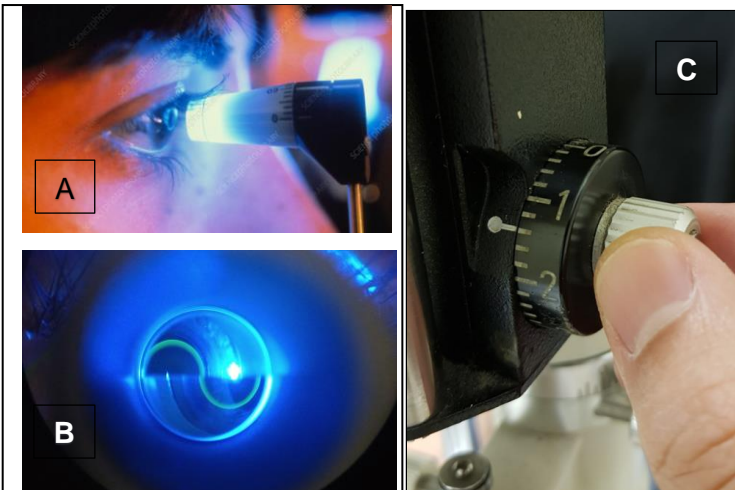
### Hazırlayanlar

Prof.Dr.Özcan Ocakoğlu, Prof.Dr.Tülay Şimşek, Prof.Dr.Ufuk Elgin

### B- Goldmann applanasyon tonometrisi (GAT)

GAT, tonometride halen altın standart olarak kabul edilmektedir. Aplanasyon yani korneayı düzleştirici prensiple, Imbert-Fick kanunuyla çalışmaktadır. Bu kanuna göre, idealde ince duvarlı ve kuru olan bir sferik yapının içindeki basınç (P), bu yapıyı düzleştirmek için gerek duyulan kuvvetin (F), düzleştirilen bölgenin alanına (A) oranıdır. Yani:  $P=F/A$  dır. Ancak kornea asferiktir, kusursuz ince ve elastik değildir gözyaşı filmi ile kaplıdır. Yapı ve kalınlık olarak daha farklı olan göz küresinin sadece küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle kornea Imbert Fick prensibindeki varsayımların birçoğunu karşılamamaktadır. Ayrıca Goldmann kornea kalınlığını ortalama 500 mikron olarak kabul etmiş ve bunun kişiler arası fazla değişmediğini düşünmüştür. Ehlers ve arkadaşları GAT ölçümlerinin kornea kalınlığından oldukça etkilendiğini göstermişlerdir ve en doğru ölçümün kornea kalınlığı 520 mikron olduğunda alındığını tespit etmişlerdir. Kornea kalınlığı arttıkça GIB hatalı olarak yüksek, azaldıkça da hatalı olarak düşük ölçülmektedir (Şekil 2). Ancak doğrusal bir ilişki her zaman doğru sonuç vermez. GAT ölçümleri kornea kalınlığı dışında çeşitli faktörlerden de etkilenebilir, bunlar Tablo-1 de özetlenmiştir.

**Uygulama:** Hasta oturur pozisyonda, topikal anestezi altında ve floresein boyası kullanılarak uygulanır. (Aynı prensiple çalışan taşınabilir Perkins tonometri'si yatan hastalarda da kullanılabilir). Gözle temas eden konik yapıda bir probu ve korneaya kuvvet uygulayan bir parçası mevcuttur. Prob çapı 3.06 mm olup, korneanın santral 3.06 mm çapında, 7.35 mm alanında olan bölgesini düzleştirmektedir. Cihaz biyomikroskoba takılır, kobalt mavisi ışığı altında ölçüm yapılır. Probun göze temas eden kısmında, aplanasyon alanını iki yarıya bölen iki yarım daire vardır. Prob kornea merkezine hafifçe temas ettirilirken (A), uygulayıcı iki yarım dairenin iç kenarları birbirine değene dek cihazın yandaki düğmesini döndürerek(B) probu nazikçe öne iter ve bu esnadaki GIB değerini skaladan okur(C) (Resim 1).



Resim 1: Goldmann applanasyon tonometresi ölçüm tekniği

### Tablo1: GAT hata kaynakları

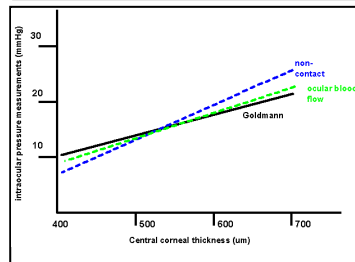
Hata kaynağı	GIB ölçümüne etkisi
Floresesinin olmayışı	Düşük GIB
Korneal astigmatizm > 3 diyoptri	Kurala uygun astigmatizmde düşük Kurala aykırı astigmatizmde yüksek
Kornea kalınlığı	Kalın kornealarda düzleştirme için daha fazla kuvvet gerekir, yüksek ölçülür
Kornea eğimi	Dik kornealarda düzleştirme için daha fazla güç gerekir, GIB yüksek ölçülür
Korneada epitel ödemi	Düşük GIB
Nefesi tutma boyun etrafında venöz dönüşü bozan sıkı bağ	Yüksek GIB
Devamlı akomodasyon	Düşük GIB
Primer pozisyondan farklı yöne bakma	Özellikle yukarı bakışta yüksek GIB

### B. Tonopen:

Mackay–Marg aplanasyon tonometrisi de denilmektedir. Elektronik aplanasyon yani korneayı düzleştirici prensiple, Imbert-Fick kanunuyla çalışmaktadır. Taşınabilir, pratik kalibrasyonlu ve kullanımının kolay olmasının yanında, GAT'ne oranla daha küçük aplanasyon alanı (2.36 mm<sup>2</sup>) ve kornea ile daha az teması önemli avantajlarıdır. (Resim 2). Korneayı düzleştirme esnasında uygulanan kuvvet mikroişlemci tarafından algılanmakta ve elektriksel impulslar oluşmaktadır. Cihaz 4-10 ölçümün ortalamasını hesaplayarak GIB değerlerini verir. Özellikle korneada skar, opasite, band keratopati, korneal ektazi durumlarında daha doğru GIB ölçümü yapabilmektedir. Kontakt lensli gözlerde kullanılabilmesi bir diğer avantajdır

**Uygulama:** Oturur ve yatar pozisyonda, topikal anestezi altında ölçüm yapılır.

**Etkilendiği parametreler:** Tonopen ölçümleri GAT ölçümlerini etkileyen tüm parametreden etkilense de bu etki, (düşük aplanasyon alanı nedeniyle) GAT ölçümlerine oranla daha az olmaktadır. Örneğin Ehlers ve ark. çalışmalarında GAT ölçümlerinde 520 µm değerinden her 100 µm sapmada ortalama 7 mmHg değerinde bir hata payı ortaya çıkarken, Doughty ve Zaman ise ort. 535 µm değerinden her 50 µm değişiklik için 2.5 mmHg değişim tespit etmişlerdir. Bu değer Tonopen ile her 100µm için ortalama 2-3 mmHg düzeyinde bulunmuştur. GAT ölçümünde kullanıcılar arası değişkenliğin ±2.5 mmHg olabileceği de unutulmamalıdır.



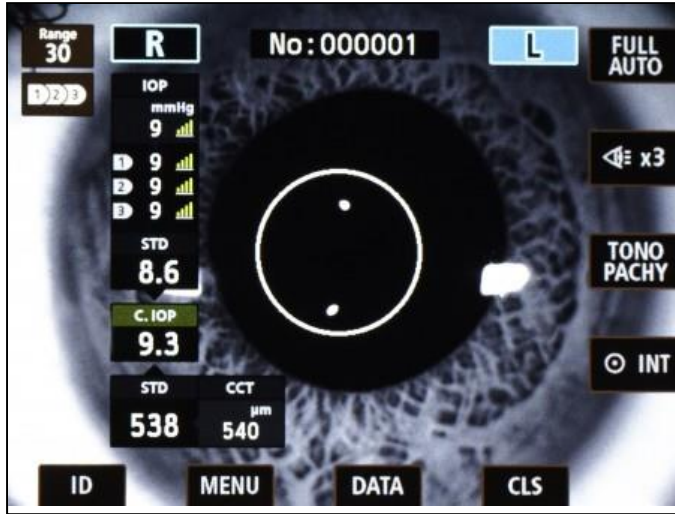
Şekil 2: MKK-GIB ilişkisi



Resim 2: Tonopen avia

## C- Non-kontakt (hava üfleme) tonometri (NKT):

1970'lerde geliştirilen bu tonometri korneayı düzleştirmek için hava akımı kullanır. Hava akımının çıktığı noktanın her iki kenarında infrared yayıcı ve dedektör vardır. İstirahat halinde konveks kornea ışığı saçtığı için dedektör tarafından herhangi bir sinyal alınmaz. Hava akımının etkisiyle korneada düzleşme olduğunda düzleşen alan ayna görevi görerek ışığı yansıtır. Bu ışık dedektörler tarafından algılanınca hava akımı durur. Korneayı düzleştirmek için gerekli hava akımının basıncı GİB değerini verir. Kullanımı kolaydır, özel bir eğitim gerektirmez. Hastaya direkt temas etmediği için topikal anestezi kullanmasına gerek yoktur. Bu nedenle özellikle cerrahi sonrası kullanımı avantaj sağlar. Ölçümlerin GAT ile uyumlu olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir. Ancak ölçümlerin kalp atımı dahil pek çok dış etkenden etkilenebileceği akılda tutulmalı ve doğru değeri elde etmek için çok sayıda ölçüm yapılmalıdır. Yapılan çalışmalarda non kontakt tonometrinin GAT'a göre kornea kalınlığından daha fazla etkilendiği gösterilmiştir. Yeni nesil tonometri cihazları aynı andan Scheimpflug kamera ile MKK ölçümlerini de yapabilmekte, düzeltici formüller ile daha doğru GİB ölçülebilmektedir. Bu yeni nesil cihazlar özellikle refraktif cerrahi geçiren hastalarda önerilmektedir (Resim 3)



Resim 3: Yeni nesil tonometri cihazları



Resim 4: Pascal dinamik kontür tonometresi

## D- Dinamik Kontür tonometrisi

Kornea özelliklerinden bağımsız olarak GİB ölçümünü mümkün kılmak için geliştirilmiş bir tonometredir. Ortalama bir korneanın eğimine uygun şekilde tasarlanmış 7 mm çapında bir ucu vardır (Resim 4). Bu uçtaki piezoelektrik alıcı doğrudan hidrostatik bağlantı ile GİB'i ölçer. Cihaz korneaya temas ettiği sürece her 1 sn'de 100 devamlı ölçüm olarak bir kardiyak siklus boyunca alınan ölçümlerin ortalaması diastolik GİB ve oküler pulse amplitüd (sistolik ve diastolik GİB farkı) ve ölçüm kalite skoru olarak LCD ekranda rapor edilir. En az 5 kardiyak siklus boyunca ölçüm alınması önerilir. Doğru bir ölçüm için kalite skorunun 1 veya 2 olması gerekir. Bunun üzerindeki değerlerde ölçüm sonuçları güvenilir olmayabilir, tekrarlamak gerekir. Oküler pulse amplitüdü değeri ise optik sinir başı perfüzyonu hakkında fikir verir. Bu değerler glokomatöz progresyonu kötü olan gözlerde düşük olduğu bildirilmektedir. İntrakameral manometrik ölçümlere göre gerçek GİB'na en yakın ölçüm yapan cihaz olarak tanımlanmıştır. Ancak kullanımı zordur, zaman alıcıdır ve hastanın uyumu gerekmektedir. Normal bir korneada bile doğru bir ölçümün alınabilmesi için yaklaşık 2.5 dk. zamana ihtiyaç duyar. Bu da yoğun kliniklerde kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır. MKK'dan hemen hemen hiç etkilendiği bildirilmiştir ve bu özelliği ile özellikle refraktif cerrahi geçirmiş gözlerde avantajlı olur. Ancak DKT ölçümlerinin korneal kurvaturden etkilendiği gösterilmiştir.

## E- İ-care rebound tonometresi

Elle taşınabilir, topikal anestezi gerektirmez. Korneaya hızla temas eden ince bir probun korneaya değip geri gidiş hızına göre GİB değeri cihazın içinde bulunan solenoid tarafından algılanır. GİB ne kadar yüksekse prob korneaya daha hızlı temas eder. Ölçüm oldukça kolaydır ve deneyimsiz kişiler tarafından bile yapılabilir. Ölçümler kornea kalınlığından etkilenir, ancak kornea merkezi ile merkezden 3 mm uzaktan yapılan ölçümler arasında herhangi bir fark görülmemiştir. Skarlı kornealarda küçük bir alandan ölçüm yapabilme özelliği nedeniyle özellikle toplum taramalarında ve hızlı ölçüm özelliği ile çocuklarda tercih edilir. Yüksek basınçlarda GAT ölçümlerinden daha yüksek, düşük basınçlarda daha düşük sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Resim 5).



Resim 5: İ-care rebound tonometre ile GİB ölçümü

## Kornea biyomekaniği:

GİB ölçümünü etkileyen en önemli parametredir. Kornea %78 su, %16 kollajen, gerisi proteoglikan ve proteinlerden oluşmaktadır. Korneanın hidrasyon miktarı, içerdiği kollajen ve glikozaminoglikanın tipi, miktarı ve düzenlenmesi biyomekanik özelliklerinde çok önemlidir.

Kornea biyomekaniği ile ilgili bazı terimler vardır.

**Elastisite:** Bir maddenin, stres karşısında deformasyona uğraması, ancak stres ortadan kalktıktan sonra eski şekline hızla geri dönmesidir.

**Viskozite:** Akışkanlığa karşı gösterilen dirençtir. Örneğin bal visköz bir yapıdır ve akışkanlığa ne kadar dirençli ise viskozitesi o kadar artar.

**Viskoelastisite:** Kornea viskoelastik bir yapıdır.

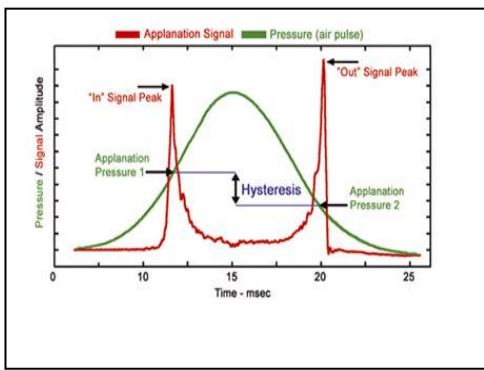
Viskoelastik madde stres karşısında deformasyona uğrar, ancak stres ortadan kalktıktan sonra eski şekline hızla geri dönemez. Uygulanan enerjinin bir kısmı madde içinde hapsolmuştür. Örneğin bir stres topunu sıkığımızda deforme olur, ancak elimizi gevşettiğimizde eski şekline dönmesi vakit alır.

**Korneal histerezis (KH):** Korneaya herhangi bir kuvvet uygulandığında buna deformasyonla, daha sonra relaksasyonla cevap verir. Ancak deformasyon ve relaksasyon yolları birbirinden farklı olup, bir kısım enerji kornea içerisinde hapsolmuştür. Bir başka deyişle korneanın uygulanan kuvveti tamponize edebilme kapasitesidir.

**Korneal direnç faktörü (CRF):** Korneanın sertliği ile ilgili bir terim olup, korneanın kuvvete karşı toplam direnci ifade etmektedir. MKK ve GİB ile ilişkilidir.



Resim 6: ORA



Şekil 3: Korneal histerezis ölçümü

## F- Non-kontakt Corvis ST (CST):

ORA gibi, son yıllarda popülerite kazanmış hava üflemleri bir paki-tonometridir. Ayrıca korneanın biyomekanik özellikleri de değerlendirilmektedir. Ultra yüksek hızlı Scheimpflug kamera teknolojisi kullanılarak, havaya verdiği deformasyon çok iyi izlenmektedir. Tıpkı ORA gibi, korneanın havaya verdiği tepki ve korneanın iki kez düz olduğu an dikkate alınmaktadır. Korneanın hava yanıt olarak verdiği deformasyon amplitüdü, aplanasyon uzunluğu, korneal hızı, GİB ve MKK ölçümleri yapılmaktadır. CST-IOP pachy, MKK etkisinden arınmış GİB değeridir ve özel bir formül ile bulunur

## E-Oküler cevap analizörü (ORA):

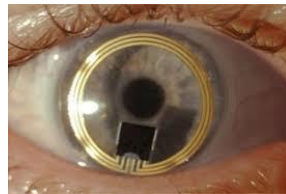
Son yıllarda popülerite kazanmış hava üflemleri bir tonometri olup, kornea biyomekaniğinden bağımsız GİB ölçmek için kullanılmaktadır (Resim 6). Aynı zamanda in vivo olarak kornea biyomekaniği ile ilgili parametrelerin ölçümünü de gerçekleştirmektedir. Korneaya cihaz tarafından hızla hava üflenir. Bu havanın etkisiyle korneada önce konkavite oluşur, ardından hava kesilince kornea tekrar konveks hale gelir. Bu esnada kornea iki kez flat yani düz olur. Cihaz korneanın düz olduğu 2 anda GİB ölçümü yapar. İlk basınç P1, ikinci basınç ise P2 olarak adlandırılır. Diğer parametreler çeşitli formüllerle P1 ve P2 den elde edilir (Şekil 3) Oturur pozisyonda, topikal anestezi gerektirmeden ölçüm yapılır. ORA, MKK ve kornea biyomekaniğinden bağımsız GİB ölçümü yapmaktadır.

## ORA ile ölçülen parametreler:

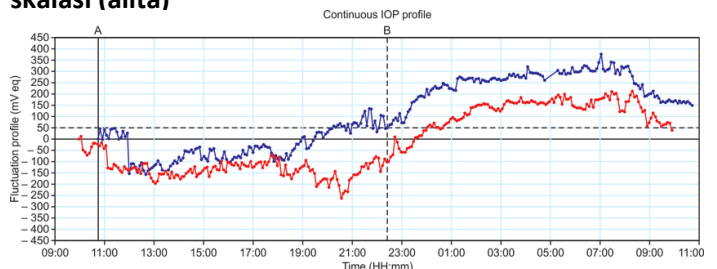
1. **Korneal histerezis:** Korneanın hapsettiği enerji miktarıdır. Normal değeri 8-15 mmHg arasında olup, diüurnal varyasyonu yoktur. Düşük KH glokom gelişimi ve progresyonu için risk faktörüdür.
2. **Korneal direnç faktörü:**
3. **Goldmann'la uyumlu GİB (IOPg):**
4. **Korneal kompanse GİB (IOPcc):** Kornea biyomekaniğinin etkisinden arınmış, KH kompanse edilmiş GİB değeridir.

## G- Kontakt lens tonometri (Devamlı GİB ölçümü)

Glokomda diüurnal GİB takibi oldukça önemlidir. Kontakt lens sensor: CLS (SENSIMED Triggerfish) ile diüurnal GİB takibi yapılabilmektedir. CLS içinde sensorlar içeren silikon hidrojel bir kontakt lenstir. İçerdiği 2 adet titanyum platin gerilimölçer, kornea skleral birleşim bölgesinde GİB'na ve göz hacmine bağlı boyut değişimlerini ölçer. Yani GİB'ni direk ölçmez. Her 5 dk da bir 30 ölçüm almakta ve veri vermektedir. CLS datası ile GİB uyumlu bulunmuştür. En önemli yan etkileri konjonktival hiperemi ve punktat korneal epitel defekti olup, lens çıkarılınca ortadan kalkmaktadır. Kornea biyomekaniğinden etkilenmektedir.



Resim 7: Sensimed trigger fish (üstte), 24 saatlik ölçüm skalası (altta)



## H-Self tonometreler:

- Transpalpebral tonometreler:** En sık kullanılan transpalpebral tonometreler fosfen tonometri ve Diaton tonometridir. Her ikisi de üst göz kapağından ölçüm yapmakta ve hastalar tarafından evde kullanılabilir. Hasta yatar veya oturur pozisyonda 45 derece yukarı doğru bakarken üst göz kapağı üzerinden ölçüm yapılır. Ölçüm sırasında cihaz içerisindeki prob yerçekimi etkisiyle düşer, probun geri dönüşü ölçülerek ve mmHg birimine çevrilerek tahmini GİB değeri saptanır. Hata payları yüksektir.
- Rebound tonometre:** Evde kullanılacak formu da vardır
- Pulsair-Keeler tonometre:** Bir non-kontakt tonometredir.

## I- Ufuktaki tonometreler:

Gelecekte intraoküler lens (IOL) üzerine yerleştirilmiş sensörlü tonometreler, irise yerleştirilen özel sensörlü ön kamara tonometreleri, koroidal ve intraskleral özel sensörlü tonometreler gündeme gelecek ve GİB'ni daha doğru şekilde ve sürekli ölçülebilecektir

## Sonuç

GAT halen GİB ölçümünde altın standart bir yöntemdir. Ancak taşınabilir olmayışı, ölçüm için tecrübe gerektirmesi, ölçümlerin kornea kalınlığından etkilenmesi en önemli dezavantajlarıdır. Nonkontakt tonometri ölçümlerinin GAT ile uyumluluk göstermesi, kullanımının kolay ve yardımcı sağlık personelleri tarafından da ölçümlerin yapılabilmesi nedeniyle özellikle toplum taramalarında kolaylık sağlamaktadır. Tonopen, taşınabilir olması yatan hastalarda da ölçüm alınabilmesi nedeniyle avantajlıdır. Ancak cihazın hassas olması ve koruyucu kılıfın her hastada değiştirilmesi gerekliliği nedeniyle devamlı kullanımı maliyeti artırmaktadır. I-Care tonometresi taşınabilir olması ve probunun tekrar tekrar kullanılabilmesi, çocuklar tarafından ölçümlerin iyi tolere edilmesi nedeniyle toplum taramalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak çok yüksek ve çok düşük GİB seviyelerinde GAT ölçümleri ile uyumluluğu iyi değildir. ORA korneadan bağımsız GİB değerlerini vermesi nedeniyle özellikle kornealarda glokom tanı ve izleminde kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca ORA ile ölçülen KH, glokomatöz progresyonu konusunda bir ön görüş verdiği için tedavi planında düzenlemeler yapılmasını mümkün kılar.

## Kaynaklar

- Garcia-Feijoo J, Martinez-de-la-Casa JM, Morales-Fernandez L, Saenz Frances F, Santos-Bueso E, Garcia-Saenz S, Mendez-Hernandez C. New technologies for measuring intraocular pressure. Prog Brain Res. 2015;221:67-79.
- Okafor KC, Brandt JD. Measuring intraocular pressure. Curr Opin Ophthalmol. 2015;26(2):103-9. . .
- Asejczyk-Widlicka M, Srodka W, Pierscionek BK. A comparative analysis of Goldmann tonometry correction. J Glaucoma. 2017;26(3):233-40.
- 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.
- Cook JA, Botello AP, Elders A, Fathi Ali A, Azuara-Blanco A, Fraser C, McCormack K, Margaret Burr J; Surveillance of Ocular Hypertension Study Group. Systematic review of the agreement of tonometers with Goldmann applanation tonometry. Ophthalmology. 2012;119(8):1552-7.
- Willekens K, Rocha R, Van Keer K, Vandewalle E, Abegão Pinto L, Stalmans I, Marques-Neves C. Review on Dynamic contour tonometry and ocular pulse amplitude. Ophthalmic Res. 2015;55(2):91-8.
- Nakakura S. Icare® rebound tonometers: review of their characteristics and ease of use. Clin Ophthalmol. 2018;12:1245-53.
- Piñero DP, Alcón N. Corneal biomechanics: a review. Clin Exp Optom. 2015 ;98(2):107-16.
- Matsuura M, Hirasawa K, Murata H, Nakakura S, Kiuchi Y, Asaoka R. The usefulness of CorvisST tonometry and the ocular response analyzer to assess the progression of glaucoma. Sci Rep. 2017;7:40798.
- Kaushik S, Pandav SS. Ocular Response Analyzer. J Curr Glaucoma Pract. 2012;6(1):17-9.
- Meier-Gibbons F, Berlin MS, Töteberg-Harms M. Twenty-four hour intraocular pressure measurements and home tonometry. Curr Opin Ophthalmol. 2018 ;29(2):111-5.
- Congdon NG, Broman AT, Bandeen-Roche K, et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage. Am J Ophthalmol.2006;141:868-875.
- Okafor KC, Brandt JD. Measuring intraocular pressure. Current Opinion in Ophthalmology 2015;26:103-109.
- Matsuura M, Murata H, Fujino Y et al. Relationship between novel intraocular pressure measurement from Corvis ST and central corneal thickness and corneal hysteresis British Journal of Ophthalmology Published Online First: 30 July 2019. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-314370

## Kendimizi Sınavalım

- Aşağıdakilerden hangisi Schiötz tonometrisi için doğrudur?
  - Yüksek miyopide GİB daha yüksek ölçülür.
  - Opak korneada GİB daha yüksek ölçülür.
  - Yüksek hipermetropide GİB daha düşük ölçülür.
  - Hepsi yanlış
- Aşağıdakilerden hangisi Goldmann aplanasyon tonometrisi için yanlıştır?
  - Kornea dikleştiğinde GİB daha yüksek ölçülür.
  - Korneal epitelyal ödemde GİB daha düşük ölçülür.
  - Kornea düzleştiğinde GİB daha yüksek ölçülür.
  - Gözyaşı menisküsü fazla ise GİB daha yüksek ölçülür.
- Hangisi korneal histerezis için yanlıştır?
  - Düşük korneal histereziste glokom riski artar
  - Korneal histerezis normal değeri 8-15 mmHg
  - Yüksek korneal histereziste glokom riski artar
  - IOPcc korneal histerezisten bağımsız GİB değeridir.
- Kontakt lens tonometrisi için hangisi yanlıştır.
  - Doğrudan GİB ölçümü yapmaktadır.
  - Basıncı sensörleri içeren silikon hidrojel bir kontakt lenstir
  - Kornea skleral birleşim bölgesindeki boyut değişimlerini ölçer
  - Hepsi doğrudur

## Fotoğraf Köşemiz



Dr.Özcan Ocakoğlu-Bodrum