T.C
BAŞBAKANLIK
BEZM-İ ALEM VALİDE SULTAN
VAKIF GUREBA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖZ KLİNİĞİ
ŞEF: DOÇ. DR. OSMAN ÇEKİÇ

APLANASYON, DİNAMİK KONTÜR VE HAVALI TONOMETRELERLE GÖZİÇİ BASINCI ÖLÇÜLMESİ:

NORMAL VE PRİMER AÇIK AÇILI GLOKOMLU OLGULARDA KARŞILAŞTIRMALI ÇALIŞMA

DR. KEMAL TURGAY ÖZBİLEN

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI : DOÇ. DR. M. SELİM KOCABORA

İSTANBUL - 2010

TEŞEKKÜR

Asistanlık eğitimimin son 2,5 yılında beraber çalışma fırsatı bulduğum ve her zaman sahip olduğu engin bilgi birikimini ve tecrübelerini benden esirgemeyen klinik şefim Sayın

Doç. Dr. Osman Çekiç'e,

Sahip olduğu iş sevgisi ile bana ve tüm asistan arkadaşlarıma örnek olan, eğitim sorumluluğumuzu üstlenen ve tezimin her aşamasında yol gösteren şef yardımcımız Sayın **Doç. Dr. M. Selim Kocabora'ya**,

Bilgi ve tecrübelerini her zaman biz asistanlarla paylaşıp, mesleki disiplini bizlere kazandıran Başasistanımız Sayın. **Op. Dr. Muhittin Taşkapılı'ya**,

Klinik uzmanlarımızdan Sayın Op. Dr. Mustafa Özsütçü'ye,

Asistanlığımın ilk 2 yılında beraber çalıştığım, bana mesleği sevdiren ve cerrahilerinden feyz aldığım ve Op. Dr. Cemil Yılmazlı ve Op. Dr. Gökhan Gülkılık'a,

Asistanlığım boyunca beraber çalışmaktan keyif aldığım asistan arkadaşlarıma 4.5 sene boyunca bana rahat bir çalışma ortamı sağlayan hemşirelerim ve personelime,

Tezimin verilerinin istatistiksel değerlendirilmesinde yardımcı olan Sayın Op.Dr. Sedat Ziyade'ye,

'Hayattaki en büyük mutluluğum onların kardeşi olmak' demişti ağabeyim Alper; benim içinde öyle! Ağabeyim Alper ve kardeşim Songül'e, ilk öğretmenim babama, elektriğin ve suyun ulaşmadığı köylerde öğretmenlik yaparken gaz lambasının ışığında kendi hayallerinden vazgeçerken, hayallerini bizim için kuran canım anneme

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Kemal Turgay ÖZBİLEN

İstanbul 2010

İÇİNDEKİLER

TESEKKÜR …….I

İÇİNDEKİLER…….II

KISALTMALAR…….III

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ: ……IV

TÜRKÇE ÖZET……..VI

İNGİLİZCE ÖZET……..VII

GİRİŞ VE AMAÇ…….9

GENEL BİLGİLER……..11

GEREÇ VE YÖNTEM……....48

BULGULAR……51

TARTIŞMA…….....70

SONUÇ……....94

KAYNAKLAR……96

SİMGE VE KISALTMALAR

GİB: Göz içi basıncı

PAAG: Primer açık açılı glokom

NTG: Normatansif glokom

OHT: Oküler Hipertansiyon

MKK: merkezi kornea kalınlığı

GAT: Goldman Aplanasyon Tonometresi

NKT: non-kontakt tonometre-(havalı tonometre)

DKT: Dinamik kontür tonometre

OPA: Oküler Puls amplitüdü

OKT: optik koherens tomografisi

BiGA: Bilgisayarlı görme alanı

MD: Ortalama deviasyon

Db: Desibel

RSLT: Retina sinir lifi tabakası

µm: Mikron

µl: Mikrolitre

mmHg: milimetre civa

EVB: Episkleral venöz basın

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

Tablolar

Tablo 1: Glokomun sınıflandırılması

Tablo 2: Glokom ve Genetik

Tablo 3. GİB ölçüm yöntemleri

Tablo4: Dresden Düzeltme tablosu

Tablo 5: Olguların Demografik Dağılımı

Tablo 6: Kontrol ve PAAG olgularında ortalamaların dağılımı

Tablo 7: Kontrol/PAAG gruplarında GAT/DCT/NKT'nin ikili korelasyonları

Tablo 8: İnce ve Orta MKK'li gözlerde GİB ortalamaları

Tablo 9: İnce ve Kalın MKK'li gözlerde GİB ortalamaları

Tablo 10: Orta ve Kalın MKK'li gözlerde GİB ortalamaları

Tablo 11: Kontrol ve PAAG gruplarıyla MKK'nin ince, orta ve kalın gruplarının çapraz dağılımı

Tablo 12: Metotların farklarının ince, orta ve kalın MKK'li gruplarda karşılaştırılması

Tablo 13: Farklı araştırmacıların DKT ile GAT arasında buldukları farklar

Tablo 14. Farklı araştırmacıların buldukları OPA ortalamaları

Grafikler

Grafik1: Yaş ortalamalarının Kontrol ve PAAG gruplarında karşılaştırılması

Grafik 2: MKK'nın Kontrol ve PAAG gruplarında karşılaştırılması

Grafik 3: OPA ortalamalarının kadın ve erkeklerde karşılaştırılması

Grafik 4: OPA'nın DKT ile ölçülen GİB ile ilişkisi

Grafik 5: NKT ile ölçülen GİB'in MKK ile ilişkisi

Grafik 6: DKT ile ölçülen GİB'in MKK ile ilişkisi

Grafik 7: GAT ile ölçülen GİB'in MKK ile ilişkisi

Grafik 8: Cinsiyete göre OPA ortalamalarının Kontrol ve PAAG gruplarında karşılaştırılması

Grafik 9: MKK 520-580 µ olan gözlerde, Kontrol ve PAAG gruplarında NKT, DKT ve GAT ortalamaları

Grafik 10: MKK >580 µ olan gözlerde, Kontrol ve PAAG gruplarında NKT, DKT ve GAT ortalamaları
Grafik 11: MKK <520 µ olan gözlerde, Kontrol ve PAAG gruplarında NKT, DKT ve GAT ortalamaları
Grafik 12: Tüm olgularda GAT, NKT ve DKT metotlarının karşılaştırılması
Grafik 13: GAT ile NKT metotlarının karşılaştırılması
Grafik 14: GAT ile DKT metotlarının karşılaştırılması
Grafik 15: DKT ile NKT metotlarının karşılaştırılması
Grafik 16: Kontrol grubunda GAT, NKT ve DKT metotlarının karşılaştırılması
Grafik 17: PAAG grubunda GAT, NKT ve DKT metotlarının karşılaştırılması
Grafik 18: MKK'nin 520-580µ olduğu gözlerde GAT'ın NKT ve DKT ile ilişkisi
Grafik 19: MKK>580µ olduğu gözlerde GAT'ın NKT ve DKT ile ilişkisi
Grafik 20: MKK<520µ olduğu gözlerde GAT'ın NKT ve DKT ile ilişkisi
Gafik 21: GAT ile DKT farkının MKK<520µ olduğu grupta kaşılaştırılması
Grafik 22:GAT ile DKT farkının MKK'nin520-580 µ olduğu grupta kaşılaştırılması
Grafik 23: GAT ile DKT'nin MKK>580µ olan grupta karşılaştırılması
Grafik 24: GAT ile NKT Farkının MKK<520µ olduğu grupta karşılaştırılması
Grafik 25:GAT ile NKT farkının MKK'nin520-580 µ olduğu grupta kaşılaştırılması
Grafik 26: GAT ile NKT'nin MKK>580µ olan grupta karşılaştırılması
Grafik 27: DKT ile NKT Farkının MKK<520µ olduğu grupta karşılaştırılması
Grafik 28:DKT ile NKT farkının MKK'nin520-580 µ olduğu grupta kaşılaştırılması
Grafik 29: DKT ile NKT'nin MKK>580µ olan grupta karşılaştırılması

Figürler

Fig. 1 : İmbert -Fick kanunu
Fig. 2: GAT ve Flöreseyin halkalarının ideal şekli
Fig. 3: Pulsair İntellipuff, elciği ve korneadaki ideal yansıma
Fig.4 : Pascal DKT klinik kullanım şekli
Fig.5 : DKT'nin Ölçüm prensibi
Fig.6: DKT'nin LCD ekranı ve değerler
Fig. 7: DKT tipinin uygun teması
Fig. 8:OPA'nın ölçüm prensibi

ÖZET

Amaç: Goldmann aplanasyon (GAT), Dinamik kontür (DKT) ve Non kontakt (NKT) tonometrelerle sağlıklı ve primer açık açılı glokom(PAAG) olgularında göz içi basıncı (GİB) ve oküler puls amplitüd (OPA) ölçümlerini yaparak bu üç yöntemi hem kendi aralarında hem de iki grupta karşılaştırarak güvenilirliklerini, etkilendikleri parametreleri ve klinik önemlerini araştırmak.

Gereç-Yöntem: Prospektif ve kontrollü yapılan bu çalışmaya 32 erkek(%50), 32 kadın (%50) 64 hastanın sol gözleri alındı. Gruplar 33'ü PAAG tanılı ve tedavi altında olan ve 31'i kontrol olarak ikiye ayrıldı. Rutin oftalmolojik muayeneleri ardından uygun olan olgular çalışmaya alındı. GİB ölçümleri sırasıyla NKT, DKT ve GAT ile yapılıp ardından ultrasonik pakimetriyle merkezi kornea kalınlığı (MKK) ölçüldü. OPA ve tüm değerler kaydedildi.

Bulgular: Yaş ortalaması 53,36±10 yıl (31-80).MKK 561±45 µ olarak bulundu. GAT ile GİB ortalamaları 16,39±3,75mmHg, DKT ile 17,89±3,55mmHg ve NKT ile 15,76±3,49mmHg olarak bulundu. Heriki grupta fark saptamadı.DKT ile GAT ve NKT arasındaki fark anlamlıyken, GAT ile NKT arasındaki fark anlamlızdı. Her üç yöntemle yaş, cinsiyet ve PAAG varlığı arasında korelasyon saptanmadı. Her üç yöntemle MKK arasında pozitif bir korelasyon varken NKT ve GAT 'da bu korelasyon DKT'ye göre daha güçlüydü. Her üç yöntemde birbirleriyle çok iyi koreleyken DKT ile GAT arasındaki en güçlü olanıydı. Her üç yöntemle de MKK arasında ilişki saptandı, DKT en az etkilenendi. Kalın korneaların her üç yöntemi de etkilemekteydi. DKT hem GAT hem de NKT'den daha yüksek ölçüm yapma eğilimindeyken, kornea kalınlığı arttıkça bu farkın azaldığı görüldü. DKT'nin GAT'dan ortalama olarak 1,51±1,57 mmHg, NKT'den 2,14±2,02 mmHg, GAT'ın da NKT'den 0,63±1,55 yüksek ölçtüğünü, kontrol ve PAAG olgularında bu farkın değişmediğini gördük.

OPA 2,56±1,04 mmHg olarak bulduk, kontrol ve PAAG gruplarnda istatistiksel fark saptamadık. OPA ile yaş ve MKKarasında korelasyon yoktu, GİB ile korelasyon vardı ve DKT ile ölçülen GiB ile korelasyonu en güçlüydü. OPA kadınlarda (2,81±1,16 mmHg) erkeklerden (2,30±0,84 mmHg) daha yüksekti ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı.

Sonuç: DKT, korneal ve diğer faktörlerden (yaş, cinsiyet) minimal etkilenme ile glokom tanı ve tedavisinin yönlendirilmesinde önemli bir tonometredir. Bu açıdan GAT ve NKT gibi tonometrelerin eksik yönlerini tamamlamaktadır. Uyumlu hastalarda kullanımı kolaydır. OPA ve diyastolik GİB ölçümü sağlar. Pratikte 21 mmHg olan eşik eğer GAT ile hesaplanmıştır. DKT doğru fakat GAT'a göre yüksek ölçüm yaptığından, DKT'ye uygun yeni bir eşik değer bulmak için prospektif, geniş, toplum bazlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Abstract:Intraocular pressure measurement by applanation, dynamic contour and aifpuff tonometers in with POAG and normal cases comparative study

Purpose: by the Goldmann applanation (GAT), Dynamic contour (DCT) and Non contact (NCT) tonometers, healthy and primary open-angle glaucoma (POAG) in patients with intraocular pressure (IOP) and ocular pulse amplitude (OPA) by making measurements of these three methods and among themselves and between the two groups by comparing credibility among their influences parameters and to investigate the clinical significance.

Materials and Methods: A prospective and controlled in this study the 32 men(%50), 32 women, 64 patients received the left eye. 33 POAG patients who are under diagnosed and treated and 31 control. IOP measurement, respectively, NCT, DCT and GAT do with whether after (CCT) were measured by ultrasonic pakimeter . OPA and All values were recorded.

Results: The mean age was 53.36 ± 10 years (31-80), CCT was 561 ± 45 µ, IOP values average 16.39 ± 3.75 mmHg by GAT , 17.89 ± 3.55 mmHg by DCT, 15.76 ±3.49 mmHg by NCT was found and no differences between two groups. The difference of means between DCT and GAT with NCT, while statistically significant, between GAT and NCT was not significant.With all three methods no correlation between age, gender, and the presence of POAG.Positive correlation all three methods between the CCT. In all three methods with each other very well be correlated, the most powerful one was between DCT and GAT. All three methods revealed a correlation between the CCT, it is determined that affected at least DCT seen. Difference in all three methods of thick cornea was created on. At all corneal thickness DCT measurements tend to produce higher GAT and NCT measurements. when corneal thickness increased, the reduction of this difference was seen. DCT on average, 1.51 ± 1.57 mmHg than GAT and 2.14 ± 2.02 mmHg than NCT, GAT 0.63 ± 1.55 mmHg than NCT higher is measured. This difference did not change in the control and POAG patients have seen.OPA found average 2.56 ± 1.04 mmHg, did not detect a difference two groups. While no correlation between OPA and age, and CCT was correlated with IOP values measured by DCT we saw the strongest correlation. OPA in women (2.81 ± 1.16 mmHg) than men (2.30 ± 0.84 mmHg) is higher and this is found to be statistically significant.

Conclusion: The DCT is by minimally affected corneal and other factors (age, gender) in direction of 'diagnosis and treatment of glaucoma' important tonometer. in this regard, can complete lack of GAT and NCT , Compliant patients are easy to use. Provided such data to OPA and diastolic IOP. In practice the IOP threshold values determined by GAT using, DCT is considered if the new threshold determination regarding whether the necessary with larger population and prospective studies are required have been concluded.

GİRİŞ VE AMAÇ

Glokom, ön kamara açısına ve birçok etkenli nedenlere bağlı olarak gelişen hoşgörüsüz göziçi basıncı(GİB) ve oküler kan dolanımın dengesizliği sonucu, görme hücresi ve sinir liflerinin kendine özgü harabiyeti sonucu optik sinir başında atrofi ve sonucunda görme alanı kaybı ile seyreden, tedavi edilmediği takdirde körlükle sonuçlanan bir grup hastalığa denir(1).

Yüksek göz içi basıncı, glokomda en çok tedavi edilen en önemli ve değiştirilebilir tek risk faktörüdür. Görme kaybı ile yüksek göz içi basıncı arasındaki ilişki ilk defa 10. ve 15. yüzyıl Arap kaynaklarında yer almaktadır.(2).

Genel popülasyonun ortalama %3'ünün glokomdan etkilendiğine dair yayınlar mevcuttur ve ilerleyen yaşla beraber bu oran daha da artmaktadır, ancak hastaların yarısı hastalıklarının farkındadırlar ve daha da azı tedavi görmektedir. (3)

Glokoma bağlı olarak gözde oluşan hasar geri döndürülemeyeceği için glokomun tedavisi daha çok koruma amaçlı ve ileriye yöneliktir. Bu yüzden de hem erken teşhis hem de takip çok önemlidir. GİB ölçümünde kullanılan pek çok enstruman vardır, gözü kanüle etmeden ölçüm yapan bu aletlere tonometre denir, GİB ölçen tonometre yöntemi 1885 lerden sonra gündeme gelmiş ve değişik teknik özellikleri olan aygıtlar geliştirilmiştir. Goldman'ın 1956 tanımladığı aplanasyon tonometresi günümüzde halen altın standart GİB ölçüm metodu olarak kabul edilmektedir. 1972 yılında kullanıma giren havalı tonometreler non-kontak olması, klinik uygulama kolaylığı ile oftalmoloji pratiğinde yerini almıştır, 2002 yılında kullanıma sunulan Dinamik Kontür Tonometre(DKT) GİB ölçümü yanında Oküler puls amplitidü (OPA) ölçümü ile oküler kan dolaşımı hakkında bilgi veren klinik uygulamaya uygun dijital bir tonometredir(4).

Bu çalışmada Goldman aplanasyon tonometresi (GAT), havalı non-kontakt tonometre (NKT) ve Pascal dinamik kontür tonometre ile normal ve primer açık açılı glokomlu olgularda GİB ölçümlerini yaparak kaşılaştırmak, hem de aynı olgularda ölçüm değerlerini karşılaştırarak güvenilirliklerini, etkilendiği faktörleri, avantaj ve dezavantajlarını, klinik üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

Glokom, dünya üzerindeki körlüklerin ikinci nedeni olan, optik sinir basında ilerleyici atrofi, retina gangliyon hücrelerinde dejenerasyon ve görme alanı kayıpları oluşturan; tedavi edilmediği zaman optik atrofi yaparak görme kaybına neden olan kronik multifaktöryel bir

optik nöropatidir. Bu değişiklikler genellikle göz içi basıncı yüksekliği ile birlikte bulunur (5,6).

Çesitli glokom türleri için farklı sınıflamalar önerilmiştir. İridokorneal açının durumuna göre açık açılı ya da kapalı açılı; göz içi basıncının yükselmesine neden olabilecek başkafaktörlerin varlığına göre primer veya sekonder; ya da glokomun başlangıç yaşına göre konjenital, çocukluk çağı ya da erişkin glokomu olarak sınıflandırılabilir (7,8,9,10).

Tablo 1: GLOKOMUN SINIFLANDIRMASI (11,12)

I-Açık açılı glokom

A. Primer açık açılı glokom

B. Normal (düşük) tansiyonlu glokom

C. Sekonder açık açılı glokom

1. Pigmenter glokom
2. Eksfolyasyon sendromu
3. Kortikosteroid glokomu
4. Lens hastalıklarına bağlı glokom
5. Katarakt cerrahisi sonrası glokom
6. Travmatik glokom
7. İntraoküler hemorajiye bağlı glokom
8. Vitrektomi sonrası glokom
9. Üveitle birlikte olan glokom
10. İntraoküler tümörle birlikte olan glokom
11. Amiloidozis
12. Episkleral venöz basınca bağlı glokom

II. Kapalı açılı glokom

A.Pupilla bloğu ile birlikte

1. Pupilla bloğu ile birlikte primer kapalı açılı glokom

a) Akut

b) Subakut

c) Kronik

2. Pupilla bloğu ile birlikte sekonder kapalı açılı glokom

a) Sineşiye bağlı

b) Şişkin lense bağlı

c) Ektopik lense bağlı

d) Mikrosferofakiye bağlı

B.Pupilla bloğundan bağımsız

1. Primer kapalı açılı (plato iris) glokom

2. Sekonder kapalı açılı glokom

a) Anterior (Çekme mekanizması)

1. Neovasküler glokom

2. İridokorneal endotelyal sendrom (Candler Sendromu, Cogan –Reese sendromu, Progresif iris atrofisi)

3. Posterior polimorf distrofi

4. İnflamatuar

5. Penetran keratoplasti sonrası

6. Aniridi glokomunda

b) Posterior (İtme mekanizması)

. Silier blok

. İntraoküler tümörler

. Suprakoroidal hemoraji

. Nanoftalmi

. İnflamasyon

. Santral retinal ven oklüzyonu

7. Skleral çevreleme

8. Vitre içine hava injeksiyonu (pnömatik retinopeksi)

9. Panretinal fotokoagulasyon

10. Prematüre retinopatisi

III. Gelişimsel glokom

A. Primer konjenital glokom

B. Konjenital anomaliler ve sendromlarla birlikte glokom

1. İrisin familyal hipoplazisi

a.İridokorneal disgenezis

b.Posterior embriyotokson

c.Axenfeld-Reiger anomalisi

d.Peters anomalisi

2. Aniridi (AN1:izole, AN2:Miller sendromu, AN3: Gillepsi Sendromu)

3. Sturge-Weber Sendromu (Ensefalotrigeminal angiomatozis)

4. Nörofibromatozis (Von Recklinghausen hastalığı)

5. Marfan Sendromu – Weil-Marchesan sendrormu

6. Pierre-Robin Sendromu

7. Homosistinüri

8. Mikrokornea

9. Metabolik Hastalıklar (Lowe Sendromu, Stickler sendomu, Zellweger sendromu, Hallerman-Streif Sendromu, Rubenstein Taybi, Fötal Alkol sendromu)

10. Konjenital Rubella

11. Kromozom anomalileri (Trizomi21(Down), trizomi 18(Edwads), trizomi 15(Patau), Turner(XO/XX) sendromu)

12. Persistan Hiperplastik Vitreus

C. Çocukluk çağında sekonder glokom

. Prematüre retinopatisi

. Tümörler

. Retinoblastom

. Konjenital Ksantogranulom

. İnflamasyon

. Travma

SİLİYER CİSMİN YAPISI VE AKÖZ HÜMÖR DİNAMİĞİ

Siliyer cisim yüksek oranda özelleşmiş bir yapıdır ve akomodasyon, akım düzenlenmesi ve aköz hümör yapımından sorumludur. Kas, damarlar ve epitelden meydana gelir. Siliyer kas, siliyer cismin en büyük kütlesini oluşturur (13). Dıştaki longitudinal lifler, korpus siliyarenin sklerayla tek bağlantısı olan sklera mahmuzuna ve korneoskleral trabeküler ağa yapışır. Kasıldığında intertrabeküler alan ve Schlemm kanalını açarak aköz hümörün çıkışını kolaylaştırır. Ortadaki radyal lifler stromada siliyer çıkıntılar arasında sonlanır. Dairesel lifler ise en altta yer alır.

Siliyer cisim 2 kaynaktan kan alır:

1. Ön siliyer arterler.

2. Uzun arka siliyer arterler.

Bu arterlerin dalları iris kökü yakınında anastomoz oluşturarak büyük arteryel halkayı oluştururlar. Buradan çıkan dallar, iris, siliyer cisim ve ön koroidi besler. Skleranın yüzeyinde ön siliyer arterler, episkleral pleksusa lateral dallar verirler ve komşu ön siliyer arter dallarıyla anastomoz yaparak "episkleral halka"yı oluştururlar. Episkleral halkanın dalları, sklera, limbus ve perilimbal konjonktivayı besler. Ön siliyer arterler daha sonra limbal sklerayı delerler. Siliyer kas içinde birbirleriyle ve uzun arka siliyer arterlerin dallarıyla anastomoz yaparak "intramüsküler halka"yı oluştururlar ve siliyer kasın arka kısmını, ön koroid ve irisin bir kısmını da beslerler (14,15).

Göz içi basıncı, göze giren aköz hümör oranı ile (içe akım), gözden çıkan aköz oranının (dışa akım) bir fonksiyonudur. İçe akım ile dışa akım arasında normal şartlar altında bir denge vardır ve basınç sabit kalır. İçe akım, aköz üretimine bağlıyken, dışa akım aköz akımına karşı direnç ve episkleral venin basıncına bağlıdır. Bu nedenle GİB kontrolü :

. Aköz hümör üretimi
. Aköz hümör dışa akım direnci ve
. Episkleral ven basıncının bir fonksiyonudur (16).

Hümör aköz; siliyer cisim ile arka kamara, pupil açıklığı, ön kamara ve trabekülum arasında devamlı bir dinamiğe sahiptir. Siliyer cisim üzerindeki siliyer prosesler (çıkıntılar) hümör aköz yapımının temelini oluşturur ve bulundukları bölge pars plikata olarak isimlendirilir. Siliyer çıkıntılar 70-80 arasında radyal büyük çıkıntı ve aralarında eşit sayıda küçük çıkıntılardan meydana gelir ve zonüller ile birlikte lense doğru uzanır. Siliyer çıkıntıların ışık mikroskopisi incelenmelerinde üç temel yapı içerdikleri görülür (14):

. Çift katlı epitel tabakası (dış pigmentli, iç pigmentsiz tabaka)
. Orta tabaka; stroma
. Kapiller-vasküler ağ tabakası

Siliyer proseslerin pigmentli epitel tabakası stromaya, pigmentsiz epitel tabakası ise arka kamaraya komşudur. Pigmentsiz epitel hücrelerinin metabolik aktiviteleri, pigmentli hücrelerden daha fazladır. Pigmentsiz epitel hücrelerini apekslerinden birbirine bağlayan sıkı bağlantılar kan – aköz bariyerinin bir kısmını oluşturmaktadır. Bu bariyer büyük moleküllerin hümör aköze geçişini engellemektedir. Stroma tabakası, epitel hücreleri ile kapiller ağı birbirinden ayırır. Vasküler iç yapıyı oluşturan kapillerlerin endotel hücreleri çok ince yapıdadır ve bu nedenle geçirgenliği fazladır. (13,14,16)

Pars plikatanın pigmentsiz hücreleri de küboidaldir, bu hücrelerin daha fazla ve büyük mitokondrileri ve endoplazmik retikulumları vardır, bu da daha fazla metabolik kapasite sağlar. Bu hücrelerin ön pars plikatada bulunması, buranın aköz üretiminin büyük çoğunluğundan sorumlu olduğunu gösterir (13,15). Pigmentli ve pigmentsiz epitel hücreleri arasında su, iyon ve makromoleküllerin aköze geçişini kontrol eden özel bağlantılar vardır. İki tabakanın içinde ve birbirleri arasında desmozomlar ve ara bağlantılar yer alır. Bu bağlantılar Ca+2 bağımlıdır ve açıldığında 1.5 mm'lik bir kanal oluşur, bu da iki hücre arasında iyonlar, aminoasit, şeker ve nükleotid gibi küçük moleküllerin değişimini sağlar(15).

Siliyer cismin "kan-aköz bariyeri" fonksiyonunu pigmentsiz epitel sağlar. Pigmentsiz hücreler, apikal yüzeylerine yakın, zonula occludensler veya sıkı bağlantılarla bağlıdır. Sıkı bağlantılar selektif bir bariyer oluşturarak arka kamaraya su ve küçük moleküllerin geçişine izin verir, böylece siliyer epitelde ozmotik ve elektrik gradiyent oluşumu sağlarlar. Bu gradiyent, aköz üretiminde çok önemlidir. Sıkı bağlantılar, ayrıca hücrenin apikal-bazal polaritesinin sağlanmasına da yardım eder. Siliyer epitelin sıkı bağlantıları ve irisin vasküler endotelyal hücreleri arasındaki sıkı bağlantılarına rağmen az bir miktar plazma proteini aköz hümöre geçebilir. Aközün protein konsantrasyonu plazmanın yaklaşık %1'idir. Ancak bu proteinin nasıl geçtiği bilinmemekte, siliyer cismin stromasından iris kökü yoluyla doğrudan ÖK'ye difüzyonla geçtiği sanılmaktadır (15). Ayrıca 2 epitel tabakası arasında siliyer kanallar da vardır. Gebeliğin 4-6.ayında bu kanallar gelişir ve aköz üretimi de aynı zamanda başlar, bu nedenle aköz formasyonuyla ilişkili olduğu düşünülmektedir(14).

<u>Aköz Hümör Üretimi</u>

Aköz hümör, siliyer proseslerin kapiller ağı içindeki plazmadan üretilir. Arka kamaraya ulaşmak için, siliyer proseslerdeki kapiller duvar, stroma ve epitel tabakalarından geçmesi gerekir. Bu geçişte 3 mekanizma söz konusudur:

1. Difüzyon: Lipitte çözünen maddelerin, siliyer epitel membranlarının lipit kısımlarından konsantrasyon gradiyentine bağlı olarak enerjiden bağımsız geçmesi.

2. Ultrafiltrasyon: Su ve suda eriyen maddelerin, arka kamara ile siliyer çıkıntıların kan damarları arasındaki hidrostatik basınç farkı veya osmotik gradiyente cevap olarak siliyer epitelden geçmesi.

3. Aktif sekresyon: Suda çözünen büyük maddeler veya elektriksel gücü yüksek olan maddeler hücre zarından aktif olarak taşınır. Bu mekanizma hücre zarındaki globuler

proteinlerle sağlanır ve enerji gerektirir. Başta Na+ iyonlarının arka kamaraya sekresyonunu sağlayan Na+-K+ ATPaz pompası olmak üzere bir dizi enzimatik sisteme bağlıdır (14,17,18). Temel olarak hümör aköz yapımı; siliyer proseslerde yer alan kapillerlerden stromaya pasif ultrafiltrasyon ile plazma geçişi ve bunu takiben siliyer epitel hücrelerinden arka kamaraya enerji bağımlı aktif sekresyonudur. İnce kapiller duvarlardan stromaya doğru olan ultrafiltrasyon ile birlikte plazma proteinlerinin yaklaşık %50-60 'ı stroma yatağına ulaşır. Pigmentsiz epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar nedeni ile bu zengin protein içeriği hümör aköze geçememektedir. Na+-K+ ATPaz pompa sistemi ile sodyum, pigmentsiz siliyer epitel hücreleri arasındaki açıklıklardan arka kamaraya aktif olarak taşınır. Negatif elektrik yüklü iyonlar da sodyumu takip ederek arka kamaraya geçerler. Bu iyonlar, karbonik anhidraz enzimi ile ortaya çıkan bikarbonat ve sodyumu takip eden klorürdür. Bu şekilde pigmentsiz epitel hücreleri arasındaki boşluklarda ozmotik basınç yükselir ve hücreden arka kamaraya doğru sıvı taşınmasına yol açar. (13,19,20) Aközün yaklaşık %80'i aktif bir metabolik sürecin sonucu olarak, geri kalan %20'lik kısmı ise ultrafiltrasyon ve difüzyon mekanizmaları ile üretilir. GİB yüksek olduğunda pasif aköz sekresyonu azalır (21).

Brubaker ve arkadaşları (22), 314 normal insan gözünde aköz yapımını yaklaşık 2.75 mikrolitre/dakika bulmuşlardır. Aköz yapımında kadın ve erkek arasında fark yoktur. Arka kamara hacmi 0.06 ml, ön kamara hacmi ise 0.20 ml. dir. Hümör aköz üretim hızı gün içinde değişmektedir. Gece 1,2 µl/dk iken sabah saatlerinde 3 µl/dk olabilmektedir. Otonom sinir sisteminin hümör aköz üretimine doğrudan etkisi bulunamamıştır. Böbrek üstü bezine ait endojen kökenli kortikosteroidlerin günlük aköz yapımını etkileyebileceği öne sürüldüyse de bugün için etkisinin önemli düzeyde olmadığı gösterilmiştir (22).

Bir çok faktör aköz üretim hızını etkiler:

. GİB'in artması, aköz üretiminde azalmaya yol açar (pseudofacility). Ancak GİB'deki kalıcı bir artışın aköz akım hızı üzerine çok az etkisi vardır.

. Aköz üretimi artan yaşla birlikte azalır. Bu azalma her dekad için %2 (0.06 µl/dak) oranındadır.

. Diabetes mellitus (DM) hastalarında aköz yapımı azalır.

. Aköz üretimi uykuda azalır. Günlük dalgalanma, siliyer epitelde ß adrenerjik reseptörler üzerine etki eden endojen epinefrin konsantrasyonuna bağlıdır.

. Siliyer cismin inflamasyonu (uveit) ile yapım azalır.

. Siklodiyalizi takiben akut fazda aköz üretimi azalır, ancak iridosiklitle beraber olmayan kronik siklodiyalizde üretim etkilenmez.

. Hipoton bir gözde koroid dekolmanında üretim genellikle azalır.

. Retina dekolmanı da genellikle GİB'de azalmaya neden olur, ancak bunun ne kadarının üretimde azalmaya, ne kadarının arkada oluşan yola bağlı olarak dışa akımdaki artışa bağlı olduğu bilinmemektedir.

. Aköz üretimi fiziksel egzersizle azalır.

ß blokerler, sempatomimetikler ve karbonik anhidraz inhibitörleri gibi farmakolojik ajanlarla üretim azalır (14,17,18).

Aköz Hümörün Fonksiyonu

. Globu şişirir ve uygun GİB oluşturur, bu da normal optik fonksiyonun sağlanması için gereklidir.

. Kornea, lens ve trabeküler ağ gibi damarsız ön segment dokularının metabolik fonksiyonunu korur. Glikoz, O2, aminoasit gibi substratları verir ve laktik asit, piruvik asit, CO2 gibi atıkları alır. Ayrıca lens, aközden K+ alıp Na+ bırakır. Aközden vitreusa da aminoasit ve glikoz geçer.

. Yüksek konsantrasyonda askorbat içerir, bu da iriste katekolamin deposunu etkiler, antioksidan görevi yapar, trabeküler ağdaki glikozaminoglikanların solit-jel dengesini sağlar, parsiyel olarak kataraktojenik UV'yi absorbe eder ve superoksit radikallerini temizler.

. İnflamasyon ve infeksiyon durumlarında hücresel ve humoral cevabı kolaylaştırır(23).

Aköz Hümörün İçeriği

Aközün içeriği, sadece üretimine değil; daha sonra göz içindeki yolunda oluşan metabolik değişimlere ve dışa akım hızına bağlıdır. Aköz, plazmanın basit bir ultrafiltratı değildir. Aköz içeriğindeki değişiklikler, vitreusun hiyaloid yüzünden, iris kan damarlarından, lens ve kornea endotelinden geçerken aktif transport ve dilüsyonel değişikliklere ikincil oluşur. Ön ve arka kamaradaki aközün içeriği farklı olmasına rağmen çözünmüş madde; pH ve osmotik basınç aynıdır (14,17,23).

Proteinler: Normal kan-aköz bariyeri proteinlerin ÖK'ye geçişini önler. Üveit, travma gibi nedenlerle kan-aköz bariyeri zarar görürse aközde protein artar. Aköz proteinlerinin büyük çoğunluğunu albümin, mikroglobulin gibi düşük molekül ağırlıklı proteinler oluşturur. Gama globulinler ise düşük orandadır. IgG vardır, ancak IgD, IgA ve IgM yoktur. Primer aköz, koagülasyon ve fibrinolitik sistem faktörleri içerir. Doku plazminojen aktivatörü (tPA) plazmadakinden 30 kat fazladır.

Aminoasitler: Aktif sekresyon nedeniyle yüksek konsantrasyonda serbest aminoasit bulunur.

Lipitler: Çoğu plazma lipiti yüksek molekül ağırlıklı lipoproteinlerle bağlı olduğu için bariyeri geçemezler. En çok bulunanlar fosfolipitler, lizofosfotidilkolin, sfingomiyelin, fosfotidilkolindir.

Askorbat: Plazmadan 15 kat fazladır.

Oksijen: ÖK'de O2 basıncı 13-80 mmHg'dır.

pH: Kana göre daha asidiktir (pH=7.2). Bu, HCO3'ın düşük olmasına bağlıdır.

Aközde klor , sodyum ve glikoz seruma göre azdır(14,23).

AKÖZ HÜMÖR DIŞA AKIMI

Konvansiyonel Sistemin Histolojisi

1. Trabekulum: Üç ayrı bölümden oluşur.

a. Uvea ağı: İris kökünden Schwalbe hattına kadar uzanan, ipliği andıran ağ gözlerinden meydana gelmiş olan en iç kısımdır. Trabeküller arasında yer alan boşluklar nispeten geniş (25-75 µ) olup, aközün geçişine fazla bir engel göstermezler.

b. Korneoskleral ağ: Sklera mahmuzundan Schwalbe hattına dek uzanan daha geniş orta kısmı oluşturur. Ağ gözleri, tabakalar şeklinde bir düzene sahiptir ve trabeküller arası boşluklar uvea ağına nazaran daha küçüktür (5-50 µ)

c. Jukstakanaliküler ağ: Korneaskleral ağı Schlemm kanlının iç duvarında yer alan endotele bağlayan, tarbekulumun dışarıdaki dar kısmıdır. Jukstakanaliküler doku, normal şartlarda aközün dışa akışına karşı koyan direncin en büyük kısmını teşkil ettiği için hayli önem taşımaktadır. Bu 3 kısım filtran trabeküler ağı oluşturur. Schwalbe hattının hemen arkasında yer alan ön trabeküler ağın Schlemm kanalıyla bağlantısı yoktur ve nonfiltran kısım adını alır (14,17,18,24,25)

2. Schlemm kanalı: Septumlarla birbirine bağlanmış halka biçiminde çepeçevre dolanan bir kanaldır. Kanalın iç duvarı dahili girintiler (dev vakuoller) ihtiva eden, düzensiz, mekik şeklinde endotel hücreleriyle döşenmiştir. Dış duvarda ise düzgün dizilmiş yassı hücreler yer alır; ayrıca oblik açılarla Schlemm kanalını terk ederek, doğrudan ya da dolaylı şekilde episkleral venlere bağlanan toplayıcı kanalların ağızları da burada bulunmaktadır (25)

Aköz Hümörün Dışa Akımının Fizyolojisi

Arka kamaradan ön kamaraya doğru olan aköz akışı pupilla üzerinden gerçekleşir ve iki farklı yoldan drene edilir. Hümör aköz ön kamarayı %80-90 trabeküler sistemden (konvansiyonel drenaj) terk ederken,%10-20 oranında uveoskleral ve uveovorteks sistemden terk etmektedir.

Trabeküler yol: Konvansiyonel drenajda aköz hümör, trabeküler ağ, Schlemm kanalı ve kollektör kanallar yolu ile episkleral venlere ve oradan sistemik dolaşıma geçmektedir. Bu sistem göz içi basıncının belli sınırlarda tutulmasını sağlamaktadır. Bunun sağlanabilmesi de, konvansiyonel drenaj yollarının dışa akıma karşı belli bir direncinin olması ile mümkündür. Geri akımı, Schlemm kanalının iç duvar yapısı ve trabeküler sistem tek yönlü valv gibi

çalışarak engellemektedir. Trabeküler sistemin endotel hücre tabakasının hücre artıklarını temizleyerek trabekülumun kapanmasını önleyecek fagositoz yeteneği vardır. Ayrıca hümör aközün doku plazminojen aktivatörü içermesi de önemli bir koruyucu faktördür. Trabeküler endotel hücreleri, trabekülumun yapısını oluşturan glikozaminoglikan ve glikoproteinlerden oluşan hücre dışı matriksin yapımında da görev almaktadırlar. Trabeküler ağ ile Schlemm kanalının birleşim bölgesi juxtakanaliküler doku olarak isimlendirilir ve trabeküler endotel hücreleri, ara bağ dokusu ve Schlemm kanalı iç duvar endotel hücrelerinden oluşur. Aköz dışa akışına karşı asıl direnç bu bölgeden kaynaklanmaktadır.(20,26)

Uveaskleral (konvansiyonel olmayan) yol: Aköz, iris kökünden ve siliyer kasın doku aralıklarından geçerek suprakoroidal alana ulaşır. Buradan siliyer arter ve sinirleri çevreleyen skleral porlar yoluyla veya skleranın kollajen maddesinden geçerek episkleral dokuya geçer. Suprakoroidal alanda, ÖK'ye göre daha düşük hidrostatik basınç olması aközü uveoskleral yola yönlendirmektedir(20). Aköz hümörün siliyer cisme ve buradan siliyer kas lifleri arasına geçmesini önleyecek bariyer bulunmamaktadır. Bazı ilaçlar ve patolojiler de siliyer cisimdeki ekstrasellüler matriks ve siliyer kas lifleri arasından uveoskleral drenaj oranını artırmaktadır. Uveoskleral drenaj göz içi basıncından bağımsızdır. (20,26)

Uveovorteks akım: İris damarları, damarın lümenine enerji bağımlı olmayan veziküler taşınımla tek yönlü akıma izin verir. İris damarları, siliyer kas ve ön koroidi geçtikten sonra vorteks venlerine ulaşır (14).

Posterior drenaj: Vitreustan retina ve optik sinire olur. (27)

Transkorneal akım (27)

GÖZ İÇİ BASINCI

GİB, siliyer cisimden aköz oluşum oranı ile gözden trabeküler ağ ve uveoskleral yolla sıvının çıkış oranı arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bazı dinamik süreçler GİB'i etkiler:

1. F =Aköz humor yapım hızı (µl/dak)
2. Aköz humorun dışa akımı:

İki yolla olur:

. Basınca duyarlı akım (C): Trabeküler ağdan Schlemm kanalına ve oradan episklera venlerine geçer (µl/dak/mmHg).

. Basınca bağlı olmayan akım (U): Siliyer cismin ön yüzünden, skleraya ve orbita dokusuna veya uveanın kan damarlarına emilir (µl/dak).

3. Episkleral ven basıncı (Pv)= mmHg.

4. Po=GİB (mmHg)

F= (Po-Pv) C+U

veya

Po=((F–U) / C) + Pv

GİB, direkt olarak hümör aköz yapım hızıyla ilişkilidir.

GİB, dışa akım kolaylığıyla ters orantılıdır, dışa akım kolaylığı arttıkça GİB azalır.

Episkleral venöz basınç (EVB), basınç kamerası ve direkt kanülasyon adı verilen yöntemlerle ölçülebilir. Primer açık açılı glokom hastalarında EVB normal bulunmuştur. Oküler hipertansiyonu olanlarda normal veya düşüktür. Ancak, EVB'nin arttığı tiroid oftalmopati, orbita tümörleri, kavernöz sinüs trombozu, superior vena cava sendromu gibi patolojiler ikincil glokoma neden olmaktadır.

EVB'de 1 mmHg'lik artış, GİB'i de 1 mmHg arttırır. EVB için normal değerler, ölçüm tahminlerine göre değişmekle birlikte 8-10 mmHg 'dır.

Daha düşük dışa akım, daha yüksek GİB'e neden olur (17,23,28)

10 mmHg'lik episkleral ven basıncına karşı, 15 mmHg ortalama GİB sağlanması için 5 mmHg'lık dışa akım direnci olması gerekir. Bunu tam olarak sağlayan yer bilinmemektedir. Ancak glokomu olmayan, enüklee edilmiş bir gözde trabeküler ağın 360 derece insizyonu, direncin %75'ini ortadan kaldırmaktadır (14).

Direncin %60-65'inden trabekulumun juxtakanaliküler kısmının sorumlu olduğu düşünülmektedir(14,17).

Normalde Schlemm kanalı içinde serbest akım vardır. Ancak, artan GİB ile kanal kollabe olur ve aköz akımına direnç oluşturur(17,29). Trabeküler ağdaki çaprazlaşan kollajen lifler, Schlemm kanalını ileri geri hareket ettirerek genişliğini değiştirebilirler. Trabeküler ağın gerilmesi, Schlemm kanalını genişleterek, iç duvardaki porları arttırır ve akım kolaylığı sağlar(14). Direncin kalan kısmı da sklera içi kanallarda meydana gelir. Direncin yaklaşık %25'i iç 1/3-1/2 sklerada, %15'i de dış 2/3-1/2 sklerada meydana gelir (14,17)

<u>Günlük Göz İçi Basıncı Değişimi:</u>

Yapılan çalışmalarda normal nüfusta GİB dağılımının yüksek değerlere doğru kayan bir çan eğrisi şeklinde olduğu bulunmuş, ortalama göz içi basıncı 15.5±2.57 mmHg olarak ölçülmüştür(30). Çan eğrisinin iki ucu 10-20 mmHg olup bu değerlerin dışında normal göz içi basıncı olma olasılığı azalmaktadır. Kesin bir üst sınır bulunmamaktadır. Çan eğrisinin altında kalan normal grup (10-20 mmHg) %95 oranındadır(31). Pek çok araştırmacı glokom hastalarında sinir hasarı ve görme alanı kaybına göre hedef GİB'i belirlemektedir (30).

Normalde sağ ve sol göz içi basıncı değerleri benzerdir. Her iki göz arasında 4mmHg'lik fark normal bireylerin ancak %4'ünde görülmektedir. Bu gibi farklılıklar glokomlu hastalarda sıktır. Göze ait olaylar, sistemik faktörler ve kişiselçevresel faktörler göz içi basıncını etkilemektedir (31,32).

GİB'i Etkileyen Faktörler :

1.Yaş: GİB'in yaş ile artma eğiliminde olduğu görüşü yaygındır (33). Dağılımın daha yüksek basınçlara doğru eğilimi, 40 yaş civarına kadar oluşmaz. 20-40 yaş arasında GİB dağılımı genel nüfusta Gaussiandır. 40 yaşından sonra ortalama GİB ve standart sapma artar. Bazıları GİB'deki bu artışın doğrudan artan yaşla birlikte olduğunu; bazıları ise nabız hızı, kan basıncı artışı, obezite gibi faktörlere bağlamıştır. (34,35,36,37)

Hayat boyunca, normal gözlerde bile GİB'de tedrici bir yükselme olur. Bunun, yaşlanmış trabeküler ağdan aköz dışa akım kolaylığında azalma nedeniyle olduğu düşünülür; buna karşın yaş arttıkça aköz hümör üretimi azalır(33,38).

Bir çalışmada 70- 79 yaş grubunda glokom görülme sıklığının (%2,89), 40-49 yaş grubuna göre (%0,82) 3,5 kat yüksek olduğu bulunmuştur(39).

2.Cinsiyet: Bazı çalışmalarda kadınlar için daha yüksek oranlar verilirken, diğerlerinde GİB yönünden cinsiyet farkı bulamamışlardır. Ama menopozdan sonra, kadınlarda erkeklerden daha yüksek bulunmuştur (30,34,36,37,40)

3.Genetik: Ailesinde glokom öyküsü olanlar, olmayanlara göre daha yüksek GİB'e sahip olma eğilimindedir. GİB'e olan kalıtsal etki olasılıkla birden çok gene bağlıdır. (30,34,35,41). Ayrıca aile bireyleri arasında glokomatöz hasarı olan varsa; optik sinir hasarının başlama; varolan hasarın ise ilerleme olasılığı artar. (30,31)

4.Irk: GİB'in, ABD'de siyah ırkta beyazlardan hafif yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu farklılığın kısmen ırka bağlı, kısmen de genetik olduğu görülür (34,35,27). Bir çalışmada siyah ırkta beyazlara göre birincil açık açılı glokomun 3.7 kat fazla olduğu, yaşa göre düzeltilmiş görülme sıklığı beyazlarda %1.29, siyahlarda %4.74 olduğu bildirilmiştir(39). Afrika veya Asya'da doğanların ortalama GİB'leri, Avrupa veya Amerika'da doğanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur(39).

Tablo 2: Glokom ve Genetik (42,43)

Lokus	*Yerleşke*	*Fenotip*	*Heredite*	*Yaş*	*Gen*
GLC1A	1q23-q25	Juvenil AAG	dominant	5-45	TIGR/MYOC
GLC1B	2cen-q13	PAAG	dominant	>40	-
GLC1C	3q21-24	PAAG	dominant	38-80	-

GLC1D	8q23	PAAG	dominant	>30	-
GLC3A	2q21	Doğumsal	resessif	<3	CYP1B1
GLC3B	1q36	Doğumsal	resessif	<3	-
NNOS	11	Kapalı açı	dominant	7-77	-
REIG1	4q25	Reiger send.	dominant	<3	PITX2
	7q35	Pigment Dispersiyonu	dominant	>20	-

5.Refraksiyon: GİB ve aksiyel uzunluk arasında belirgin bir ilişki vardır. Miyoplar daha yüksek GİB'e sahip olma eğilimindedirler. Miyopi, açık açılı glokomu olanlarda hastalarda çok daha sıktır. (34,35,37,44,45)

6.Diurnal ritm varyasyonu: Gün içinde GİB, normal kişilerde ortalama 3-6 mmHg değişir. Çoğu kişide GİB'in günlük değişimi sabah saatlerinde en yüksek; gece veya sabahın erken saatlerinde en düşük seviye gösterir (34,35,37,41,46). Bu dalgalanmalar normal gözlerde 3-6 mmHg olup tedavisiz glokomlularda 10-30 mmHg'ya kadar çıkabilir (30,33).

7.Sistemik faktörler: Bazı çalışmalar GİB ve sistemik kan basıncı arasında ilişki göstermişlerdir. Kan basıncındaki büyük değişiklikler, GİB'deki küçük değişikliklerle beraberdir. GİB dalgalanmasının büyümesi; arter basıncının değişmesi ve GİB'in yükselmesine bağlıdır. Ayrıca hemoglobin konsantrasyonu ve nabza bağlı olduğu da iddia edilmiştir. (36,47)

DM, obezite, Cushing sendromu ve hipotiroidide GİB artarken, hipertiroidide, ovulasyon ve gebelik süresince, myotonik distrofide GİB azalır. İnsüline bağlı diabetes mellitusta akut hipoglisemi durumunda GİB azalır (30,33,48,49).

8.Egzersiz: Uzamış fiziksel aktivite ile GİB % 20-30 oranında düşer. Mekanizma açıklanamamıştır. Valsalva manevrası ise GİB'de ani yükselmeye neden olur. Artmış vücut ısısı, aköz hümör yapımını arttırır (30,48).

9.Vücudun duruş değişikliği: Oturur durumdan yatar duruma geçildiğinde GİB'de 9 mmHg'ya varan artış gözlenir. Vücudun duruşunun etkisi, glokomlularda daha sık gözlenir (30,33).

10.Nöral faktörler: Bazı araştırıcılar GİB'in nöral kontrol altında olduğunu söylemişlerdir. Ancak bunun için kanıt yoktur. Adrenerjik agonistler ve siklik AMP GİB'i azaltabilir (34,35).

11.Diğer bazı araştırıcılar GİB'in parasempatik sistem tarafından kontrol edildiğini bulmuşlardır. 3. kranyal sinirin uyarılması GİB'i azaltır. Ganglion blokörü ilaçlar GİB'i arttırır (34,35).

12.Hormonlar: Kortikosteroidlerin lokal, perioküler ve sistemik kulanımı GİB'i artırır. Östrojen, progesteron, koryonik gonadotropin ve relaksin ise GİB'i azaltabilir. Menstrüel döngüde GİB değişir; gebeliğin 3. trimesterinde GİB düşer.
Diyabet hastalarında GİB daha yüksektir ama nedeni bilinmemektedir (34,35,37).
Kapak ve göz hareketleri: İstemli olarak kapak aralığının açılmasında ve horizontal bakış pozisyonlarında GİB'de hafif artış görülür(33). Sıkı göz kırpma GİB'i 10, sert kapak sıkıştırması ise 90 mmHg'ya kadar arttırabilir(30).
13.Göz içi hastalıklar: İkincil glokoma neden olan birçok göz içi bozukluk vardır. Bazı durumlarda ise GİB azalır. Ön üveit, aköz üretiminde azalmaya neden olur. Yırtıklı retina dekolmanında aköz akımı azalır ve aközün arka kamaradan vitreus ve retinal delik içinden retina altı alana şantı nedeniyle GİB azalır(33).
14.Genel anestezi: Ketamin ve trikloretilen dışındaki genel anestezikler GİB'i azaltır. Bu, infantların genel anestezi altında glokom şüphesiyle GİB ölçümünde önemlidir. Suksinil kolin ve suksametonyum gibi depolarizan kas gevşeticileri göz dışı kasları kasarak ve göz içi vazodilatasyonla GİB'de geçici ama ani artışa neden olur (33,34,35)
15.Gıda ve ilaçlar: Alkol, GİB'i düşürür. Kafein ve tütün, GİB'de hafif ve geçici artışa neden olur. Yağsız diyet GİB'de azalma sağlar. Eroin ve marihuana GİB'i düşürür, LSD artırır (33,48). Atropin ve prophanteline gibi sistemik antikolinerjikler normal veya açık açılı glokomlu gözlerde kısa süreli uygulandıklarında GİB'i etkilemezler.
Kortikosteroidler hassas kişilerde GİB'i arttırabilir. Çok miktarda su içilmesi de GİB'i arttırabilir (34,35).
16.Cerrahi: Çoğu vakalarda göz cerrahisinden sonra GİB azalır. Dışa akım kanalları, inflamasyon veya cerrahinin kendisiyle etkilenmişse GİB artabilir. (34,35)

PRİMER AÇIK AÇILI GLOKOM

Basit kronik glokom olarak da isimlendirilen primer açık açılı glokom (PAAG), göz içi basıncında yükselme, optik sinir basında çanaklaşma, görme alanında kayıplarla giden bir

hastalıktır. Sinsi başlangıçlı, ilerleyici, çift taraflı bir anterior optik nöropati türüdür. Onu diğer glokom türlerinden ayıran özelliklerden biri de iridokorneal açının açık görünümüdür (50,51,52).

Genel olarak PAAG'ler en yaygın görülen glokom tür olup olguların %55'ni oluşturur. Bunu sekonder glokomlar (%30), primer açı kapanması glokomları (%12) ve konjenital glokomlar (%3) izlerler (50,51,52).

Epidemiyoloji

En sık rastlanan glokom türü olup (%60-70), batı ülkelerinde 40 yas üzerinde görülme sıklığı %0.5-6.6 arasındadır. PAAG görülme sıklığı yaşla artmaktadır (50,51,52).

Risk faktörleri

• Yüksek göz içi basıncı: Halihazırdaki tedavi edilen tek risk faktörüdür. 40 yaş üstü normal toplumda göz içi basıncının %5-10 oranında 22 mmHg'nin üstünde seyretmesine karşın göz içi basıncı yükseldikçe optik sinir hasarının artması bunun hastalığa neden olabilecek en etkin faktör olduğunu düşündürmektedir(50,53,54,55).

• Yaş: Genelde glokom görülme sıklığı 52-64 yaş arası %0.7, 65-74 yaş arası %1-6, 75-85 yaş arası %4.2 olarak bildirilmektedir (50,51,52,54,55).

• Cinsiyet: Hastalık oranı bazı çalışmalarda kadınlarda, bazılarında ise Erkeklerde daha yüksek olduğu; bazı çalışmalarda ise her iki cinste eşit olduğu belirtilmektedir (50,51,52).

• Irk: Siyah ırkta daha sıktır, 3 kata yakın daha fazla görülebilir (50,51).

• Genetik: PAAG %20 oranında herediter kaynaklı olup multifaktöryel geçiş gösterir. PAAG'li ailelerin çocuklarında glokom gelişme oranı normal topluma oranla 10 kat daha fazladır(50,51,52,54,55).

• Sistemik hastalıklar:PAAG çeşitli endokrin ve damar hastalıklarıyla ilişkilidir. PAAG diyabetiklerde üç kat daha fazla görülür. Yine sistemik hipertansiyon ve tiroid hastalığı önemli risk faktörleridir (50,51,52).

• Göz hastalıkları: Yüksek miyoplarda geniş optik disk ve fizyolojik çanağın geniş olması yüzünden PAAG tanısı güç olmakla birlikte sıklığı daha fazladır. Retinal ven tıkanması, retina dekolmanı PAAG ile birlikte daha sık görülür. Nitekim Fuchs'un endotelyal distrofisinde PAAG görülme riski %15, retinitis pigmentosada %3'tür (51,55).

Fizyopatolojisi

Günümüzde PAAG'nin patogenezi tam olarak açıklığa kavuşamamıştır. Glokomun multifaktöryel bir hastalık olduğu düşünülmekte ve görme Sinirlerindeki bozukluğu açıklamak için üç temel etmen üzerinde durulmaktadır (56) :

•Göz içi basıncının yükselmesi

•Damarsal etmenler

•Serbest radikaller

Patogenezin anlaşılması için öncelikle göz içi basıncının yükselişinin nedenlerini araştırmak gerekir.

PAAG'de Trabeküler Ağ: Silier cismin pigmentli olmayan hücreleri damar dolaşımından elde edilen iyon ve besin maddelerini aktif olarak arka kamaraya taşırken su osmotik basınca uygun olarak geçis gösterir ve saydam ön kamara sıvısı salınımı sağlanır. Bu sıvı merkeze doğru hareket ederek ekvator ve lensin ön yüzünü izleyerek pupilla alanından ön kamaraya geçer. Burada da merkez kaç hareketiyle trabeküler ağı geçerek Schlemm kanalına girer. Burada yer alan 70 kadar toplayıcı kanal yoluyla limbal sklerayı geçerek episkleral venöz dolaşıma boşalır (trabekülokanaliküler yol). Ayrıca silier kastan suprasilier ve suprakoroidal aralığa geçerek basınçtan bağımsız olarak uvea damarlarına boşalır (uveoskleral yol). Bunun yanında sıvının az bir kısmı iris damarlarından dışarı atılır (57). PAAG'de, gonyoskopi ile incelendiğinde normal görünümde olan açı elemanlarında fonksiyonel bozukluk vardır. Trabeküler ağ yapısal ve fonksiyonel olarak üç bölümden oluşmaktadır. Uveal ve korneoskleral tabakaların geniş delikli olması ön kamara sıvısı dışa akımına esas direncin jukstakanaliküler kribriform tabakada ya da Schlemm kanalı endotelinde olabileceğini düşündürmektedir.

Schlemm kanalı endotelinin vücuttaki diğer tek katlı endotellerden farkı değişken basınçla karsılaşmasıdır. Endotel hücrelerindeki dev vakuoller gerektiğinde hızlı sıvı transferi sağlayabilen subendotelyal alana açılabilen mikrokanallar oluşturabilirler.

Normal olgularda göz içi basıncı arttığında dev vakuollerin sayı ve büyüklüklerinde artış olduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Korneoskleral ve uveal tabaka hücreleri de geniş fagositoz kapasiteleri ile metabolik artıklar ve yabancı maddeleri temizleyerek dışa akıma katkıda bulunurlar (58).

PAAG'de kribriform tabakada Schlemm kanalı endotelinin hemen altında ekstrasellüler madde depolanması gözlenir. Bunlar elastin benzeri liflerin kılıflarından kaynaklanan paklardır. Yaslılık ve özellikle PAAG'de trabeküler lamel bazal membranının kalınlaştığı, trabeküler endotel hücrelerinin kaybolduğu ve kollajen demetlerin oluştuğu belirlenmistir. Trabeküler lameller kalınlaştıkça aralarındaki boşluk daralır ve dışa akıma direnç artar.

PAAG'de dev vakuollerin sayı ve büyüklüklerinin ve ekstrasellüler fagositozun azaldığı saptanmıstır. Normal kimselerde göz içi basıncı yasla birlikte artarken bu durum ön kamara sıvısının yapımında azalma ile kontrol altına alınır (58,59).

Trabeküler ağdaki bu değişiklikler üç mekanizma ile açıklanır:

*Anormal kortikosteroid metabolizması:

Topikal steroid uygulaması sonrası göz içi basıncında yükselmenin genetik kökenli olduğu düşünülmektedir (60). Göz içi basıncında kortikosteroid tedavisine başlandıktan 2-3 hafta sonra yükselme görülebilir ve genellikle steroidler kesildikten sonra göz içi basıncı normale döner. Kortikosteroidler göz içi basıncını ön kamara sıvısı dışa akımını bozarak yükseltirler. Ön kamara sıvısı dışa akımının bozulmasında glikozaminoglikanların katabolizmalarının azalmasına bağlı olarak trabeküler ağda birikmelerinin, PGE2 ve PGF2. gibi dışa akımı rttıran prostaglandin analoglarının sentezinin baskılanmasının, ve yabancı cisimlerin trabeküler ücrelerce fagositozlarının inhibisyonunun etkili olabileceği bildirilmiştir (61,62).

Genel populasyonda %5 olan steroid aşırı duyarlılığı PAAG olgularında %90'dır.

Trabeküler ağ fonksiyonunun trabeküler ağdaki anormal metabolizma sonucu bozulduğu düşünülmektedir (53).

*Anormal immun cevap:

Bazı araştırmacılar glokomlu olgularda trabeküler ağda gamaglobulinlerin ve plazma hücrelerinin arttığını, ayrıca hastalarda antinükleer antikorların seviyesinin de daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (63). Glokomlu hastalarda ön kamara sıvısında Ig G ve Ig A'nın yüksek oranda olduğu bildirilmiştir (64).

*Oksidatif değisiklikler:

Günümüzde oksidatif değişiklikler hipotezi ağırlık kazanmaktadır. Oküler iskemi sonucunda oksidan maddelerin salındığı, bunların trabeküler ağ hücrelerinde patolojik değişikliklere yol açtığı ve dışa akım zorluğuna neden olduğu ileri sürülmektedir. Geliştirilen antioksidan ilaçlar ile bu bozuklukların önlenmesi amaçlanmaktadır (65).

Diğer etkenler: Bu üç etkenin dışında anormal adrenerjik kontrol gibi sorumlu tutulan çeşitli durumlarda bilinmekle birlikte PAAG'deki değişikliklerin etyolojisi henüz belirlenmemiştir.

1. PAAG'da Optik Sinir Bası Değişiklikleri

Glokomda optik sinir basındaki fizyolojik çukurluk genişleyerek çanaklaşma (cupping)

gelişir ki bu özellik glokomu diğer anterior optik nöropatilerden ayırır. Optik disk santralindeki çukurluğun optik diske oranına cup-disk oranı denilir. Cup/disk oranının 0.3'den fazla ve iki göz arasında farkın 0.1 'den fazla olması glokom şüphesini doğurur Normal nüfusun %96'sında iki göz arasında dikey çukurluk/disk oranı farkı; 0.2 ya da daha azdır. Yine normal nüfusun %5'inden azında, çukurluk/disk oranı 0.65'den büyüktür. İki göz arasındaki çukurluk/disk oranı farklılığının görme alanı kaybıyla ilişkisi vardır (66, 67, 68). Erken glokomatöz bozukluğun ilk belirtisi retina sinir lifi tabakasındadır. Kırmızıdan yoksun monokromatik ışık ile bunu gözlemlemek mümkündür. Nöroretinal rim önce inferotemporal sonra superotemporal bölgede incelir ve oval şekilli bir çanaklasma gelisir. Bu dönemde disk kenarında mum alevi seklinde hemoraji ve çanaktan çıkan kan damarlarında dirseklenme görülebilir. Cup/disk oranı arttıkça çanak yuvarlaklaşır ve soluklaşır. Lamina kribrosanın delikli yapısı görülebilir hale gelir (68).Glokomatöz optik nöropati tanısı koyarken iskemik nöropati, kiazma ve optik sinir bası lezyonları ve optik sinirin konjenital anomalileri ile ayırıcı tanısını yapmak gerekir.

Yüksek göz içi basıncı varlığında optik sinirde çukurlaşma ve görme alanında kayıpların gelişmesi ikisinin arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir (69). Günümüzde sürmekte olan tartışmalarda son varılan sonuç glokomun değişik risk faktörleri sonucunda gelişen bir optik nöropati olduğudur (70). Bu konuda geliştirilen teoriler söyle açıklanabilir:

<u>Mekanik hipotez:</u>

Bu hipoteze göre oküler hipertansiyon direkt olarak lamina kribrosada aksoplazmik akımı etkilemekte ve glokoma özgü değişikliklere neden olmaktadır.

Mekaniko-vasküler hipotez: Mekanikovasküler hipoteze göre göz içi basıncı optik sinirin laminer ve prelaminer bölgelerindeki küçük çaplı damarlarda ve bunlardan çıkan küçük koroidal damarlarda bir kompresyon oluşturmakta, otoregülasyon mekanizmalarında oluşan bir bozulma nedeni ile kan debisi azalarak ağrıya neden olan ve sinir dokusunda harabiyetle sonuçlanan bir iskemi ortaya çıkmaktadır (71). Akson kaybının lamina kribrosanın en az konnektif doku desteği olan optik sinir başı üst ve alt kadranlarında olması ve en fazla bozulma olan disklerde bile kan damarlarının kalan akson sayısına uygun oranda olması bu teoriyi destekler görünmektedir (72).

<u>Vasküler hipotez:</u>

Vasküler hipoteze göre PAAG optik sinirdeki primer bir iskemik bozukluğa bağlıdır. Koroidal kanalların büyük kısmının oklüzyonu geçirgen koroidal kanallarda büyük bir basınç farkı oluşturarak bu kanalların dilatasyonu ve üveal dokunun kalınlaşmasına yol açar. Koroidde kalınlaşma göz içi basıncında da artışa yol açar.

Diyabet, sistemik hipertansiyon, migren ve soğuk el ve ayaklar gibi vazospastik hastalıkların glokomlu olgularda sık görülmesi vasküler hipotezi desteklemektedir. Diğer vasküler risk faktörlerinin varlığında noktürnal hipotansiyonun optik sinir başı kan akımını bozacağı ve glokomatöz optik nöropati gelişimine sebep olacağı düşünülmektedir (73,74).

Primer Açık Açılı Glokomda Semptomlar

Primer açık açılı glokom sinsi, kronik seyirli, yavaş ilerleyen bir hastalıktır. Çoğu zaman terminal döneme kadar hiç bir belirti vermez, özellikle genç olgularda hafif kornea ödemine bağlı ışıktan rahatsız olma ve ışık etrafında hale görüntüsü gibi şikayetler olabilir. Bazen de olgular görme alanı kaybıyla doktora başvurabilir (53).

Gözlenen bulgular

Primer açık açılı glokom bilateraldir. Bazen asimetrik olabilir. Göz içi basıncı çoğu zaman 22-40 mm Hg arasındadır. Nadiren 60-80 mm Hg ye kadar çıkabilir. Olguların çoğunda sabah saatlerinde göz içi basıncı yüksek bulunurken bazılarında öğle ve aksam saatlerinde yükselme saptanır. Bu nedenle günlük göz içi basıncı değisim eğrisi çıkararak inceleme yapmak gerekir (53).

2. Gonyoskopi

Gonyoskopi, iridokorneal açı elemanlarının çeşitli aynalar sistemleriyle incelenmesidir. Gonyoskopi lensleri, direkt gonyolensler ve indirekt gonyolensler olmak üzere iki grupta incelenir. İndirekt gonyolenslerden Goldmann gonyolensinin küçük aynası 360 derece çevrilerek tüm açı görülebilir. Zeiss gonyolensinin dört aynası ile aynı anda tüm açıyı incelemek mümkündür (75).

3. Görme Alanı

Görme alanı, her iki göz açıkken görülen alan olarak tanımlanır. Klinik olarak iki göz ayrı ayrı değerlendirilir. Sınırları; üstte ve nazalde 60, altta 75 ve temporalde 100 derecedir. Görme alanındaki eksikliklerin özelliği ve değişimi, glokomun tanısında ve takibinde son derece önemlidir. Günümüzde en çok kullanılan sistemler, Octopus ve Humphrey otomatik perimetreleridir (76,77). Humphrey otomatik perimetresi, farklı boy ve ışık şiddetinde uyaran üretebilen bilgisayarlı statik bir perimetredir. Zemin aydınlığı 15 dB'dir (31.5 asb). Uyaran şiddetiise O dB -51 dB arasında değişebilir (0. 08 -10. 000 asb) (78,79).

Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Testin basılı kağıdında sol üstte testle ilgili bilgiler, sağ üstte hastayla ilgili bilgiler vardır. Solda testin hangi gözden alındığı, hastanın yaşı, sorulan soru adedinden başka güvenilirlik indeksleri yer alır. Sağ altta global indeksler vardır. Sol üstteki sayısal şemada her noktaya ait eşik değer ölçümleri desibel cinsinden gösterilmiştir. Hemen

onun sağında aynı değerler gri şema olarak belirtilmektedir. Gri şema, görme alanının izopterlere benzer ifadesidir. Komşu gri tonlar arasında 5 dB'lik duyarlılık farkı vardır. Hasarın topografisini hızlı bir şekilde değerlendirmek için kullanışlıdır. Bu iki şemanın altında solda altta total deviasyon şemaları, sağda ise patem deviasyon şemaları vardır. En altta ise gri şema sembollerinin apostilb ve desibel olarak karşılıkları mevcuttur (80).

Güvenilirlik İndeksleri

Fiksasyon kayıpları: Kör noktaya belli aralıklarla yollanan parlak uyaranın kaç kere görüldüğünü gösterir. Fiksasyon kaybı oranı %20'yi aşarsa test güvenilir değildir (81,82).

Yanlış pozitif hatalar: Test sırasında Humphrey perimetrisi bir ses çıkarır ancak uyaran vermez. Hastanın bu durumda düğmeye basması ya da daha önce gördüğünü belirttiği bir uyaranı tekrar gösterildiğinde görememesidir.

Yanlış negatif hatalar: Eşik üstü bir uyarana cevap verilmediği durumlardır. Hastanın dikkatsiz olduğunu gösterir (83).

Yanlış pozitif ve yanlış negatif hataların oranı %33'ü aşarsa testin güvenilirliği şüphelidir (81,82).

STATPAC (Humphrey İstatistik Paketi)

Görme alanı eşik testleri üzerinde istatistiksel analiz yapan bir programdır. Bilgisayarda çok sayıda normal görme alanının analizi sonucu ortaya konmuş normal toplumun her yaş için ayrı ayrı belirlenmiş görme alanı bilgileri depolanmıştır. Statpac, bir noktada bulduğu eşik değeri aynı yaş grubundaki normal kişilerin eşik değeri ile karşılaştırır. Ayrıca hastaların zaman içindeki farklı görme alanlarını da kıyaslayarak ilerleyici görme alanı kayıplarını belirtir (78).

Total deviasyon: Eşik değeri ölçülen her noktanın aynı yaştaki normal kişilerden farkını gösterir. Görme tepesindeki yaygın çökmeyi belirtir. (84).

Patern deviasyon: Yerel skotomları ortaya çıkartmak amacıyla bilgisayar, görme tepesini aşağı ve yukarı modifiye ederek tüm noktalardaki sapmaları azaltır (84). Total ve patern deviasyon aynı zamanda olasılık simgeleri ile gösterilen tablolar ile de belirtilir.

Temel Göstergeler

Ortalama Sapma (MD= Mean Deviation): Her bir nokta için ölçülen eşik değerin normal değerden farkının ortalamasıdır. -2dB kadar normaldir. Eğer deviasyon toplum normlarının anlamlı derecede dışında kalırsa p değeri verilir. p<10%, p<5%, p<2%, p<l%, p<0.5% olarak belirtilir (78,85).

Patern Standart Sapma (PSD= Pattern Standart Deviation): Görme tepesindeki lokalize düzensizlikleri gösterir. PSD ne kadar yüksekse görme tepesi o kadar düzensizdir. Anlamlı sapmalara p değerleri verir (78,85).

Kısa Dönem Dalgalanma (SF= Short-term Fluctuation): Bilgisayarın önceden belirlediği 10 noktada eşik değer iki kere ölçülür. Ölçümler arası farkın ortalaması SF'yi verir. 2 dB'den fazla olması hastanın dalgın olduğunu ve testin güvenilirliğinin az olduğunu gösterir. Ancak glokom şüphelilerde SF artışının glokom lehine anlamlı olduğu unutulmamalıdır (81,82,85).

Düzeltilmiş Patern Standart Sapma (CPSD= Corrected Pattern Standart Deviation): PSD üzerindeki SF etkisinin ortadan kalkmış halidir. Gerçek absolu kayıpları ifade eder. 2 dB'e kadar normaldir. PSD - SF = CPSD formülü ile bulunur (68).

MD ve CPSD global indeksleri görme alanı defekti hakkında çabuk bilgi verirler. MD ve CPSD normalse görme alanı normaldir. MD anormal CPSD normalse diffüz bir kayıp vardır. Yalnız CPSD yüksekse yalnız lokalize kayıplar vardır. Her ikisi de yüksekse hem yerel hem genel kaybı gösterir (78).

Glokomda Görme Alanı Kayıpları

a. Sinir lifi demeti kayıpları: Glokomda esas patoloji optik sinir başındaki retina sinir lifi demetlerinin hasarı olduğundan görme alanı kayıplarının yer ve şekil özellikleri retina sinir lifi tabakası anatomisiyle uyum gösterir (86).

Glokomlu hastalardaki görme alanı kayıplarının ortak özellikleri şunlardır:

. Özellikle nazalde horizontal orta hattı geçmezler.

. Fiksasyonun 10°-20° temporali ve 5°-25° nazali olan Bjerrum alanında bulunurlar.

. Bjerrum alanında ucu kör noktaya uzanan yay şekli oluşturmaya eğilim vardır.

. Kayıplar çok büyük olmadıkça fiksasyon korunur. (86)

Kayıp Türleri:

Evre l Rölatif Skotomlar: Bjerrum alanında küçük skotomlardır. Ölçüm içi ve ölçümler arası dalgalanma artışı vardır (87).

Evre ll Parasantral Skotomlar: Bjerrum alanında birbirinden bağımsız küçük yoğun kayıplar şeklinde görülürler. Genellikle nazal taraftadırlar (87).

Evre III Arkuat Skotomlar: Birbiriyle birleşen skotomlar kör noktayla birleşerek yay şeklinde Bjerrum skotomunu oluşturur (Seidel Skotomu) (87).

Nazal basamak: Horizontal meridyende sona eren periferik kayıptır. Glokomun erken döneminde rastlanır. Genellikle parasantral skotomlarla birliktedir (87).

İzole Temporal Sektoryel Kayıp: Nazal sinir lifi seyrine uyar. Sıklıkla diğer kayıplarla birlikte görülür. Herhangi bir evrede olabilir. Tespiti zordur.

Evre IV-V Santral ve Temporal Ada: İlerlemiş glokomda çok geniş görme alanı kayıpları görülür. Pekçok sinir lifi kaybı sonucu santral ya da periferik bölgede izole görme adası kalabilir. Bu hastalar için standart 30-2 programı uygun değildir. Merkezi 10° ya da 5° tarayan programlar daha iyi bilgi verirler (87).

b. Yaygın (generalize) kayıplar: Retina duyarlılığının yaygın olarak azalması özellikle asimetrikse ve optik diskteki çanaklaşmayla uygunluk gösteriyorsa dikkat çekicidir. Tek başına yaygın kayıp oldukça nonspesifiktir ve çeşitli durumlarda görülür (86,87,88).

c. Diğer kayıplar:

Kör noktanın genişlemesi: Optik sinirde glokomatöz çanaklaşma ile birlikte ise ve asimetrikse önemlidir (86).

Nazal daralma: Görme alanının nazal bölümünde diffüz bir duyarlık depresyonudur(86).

3. Optikal Koherens Tomografisi (OKT)

Optik koherens tomografi (OKT); biyolojik doku katmanlarını, mikron düzeyinde yüksek çözünürlükte tomografik kesitler alarak görüntüleyen, yeni bir tıbbi görüntülemetanı yöntemidir. Dokulara gönderilen ve farklı doku katmanlarından geri yansıyan ~800 nm dalga boyundaki infrared ışığın yansıma gecikme zamanını ve şiddetini ölçerek, dokuların ve patolojilerinin B-tarama ultasonografiye benzer bir şekilde ama ondan çok daha yüksek çözünürlükte (1-15 mikron (µm)) kesit görüntülerinin alınmasına olanak tanır. Bu hastalığın patolojik bulguları olan optik disk çukurlaşması ve retina sinir lif tabakasındaki incelmenin objektif olarak saptanması konusunda çok önemli veriler sağlayan OKT, glokom tanısı ve takibinde önemli bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir. OKT'de görüntü kalitesini ifade etmede sinyal / gürültü (signal to noise) oranı kullanılmaktadır. Bu oran OKT'nin son versiyonlarında sinyal kuvveti (signal strength) terimiyle gösterilmektedir. OKT ile elde edilen görüntülerin ve ölçümlerin güvenilir olduğunu kabul edebilmek için bu oranın 6 (yani 6/10) veya üzerinde olması gerekmektedir. Glokomda OKT'nin üç test yönteminden faydalanılmaktadır.

a. Peripapiller retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığı ölçümü

b. Optik sinir başı analizi

c. Maküla analizi

a. Peripapiller retina sinir lifi tabakası kalınlığı ölçümü: Bu değerlendirmede OKT ile optik sinir çevresinde silindirik bir tarama yapılmakta, bu kesit iki boyutlu düzlemde yansıtılmaktadır. Yapılan tekrar edilebilirlik çalışmalarında en güvenilir sonuç 3.4 mm çaplı dairesel kesitle elde edildiği için, ayrıca böylece büyük ve peripapiller atrofisi olan diskler de daha iyi değerlendirildiğinden, standart olarak 3.4 mm çaplı dairesel kesit

kullanılmaktadır. (89,90)
Ölçümler RSLT ‘nin optik disk çevresindeki konumuna göre bir kalınlık haritası olarak; 12 saat kadranı, 4 kadran ve ortalama RSLT kalınlığını verecek şekilde bir grafik halinde gösterilmektedir Bu ölçümlerin güvenilir olması için 3.4 mm çaplı dairenin, kullanıcı tarafından eş zamanlı video görüntülerinde papilla etrafına tüm kadranlarda eşit mesafede olacak şekilde oturtulması önemlidir.
OKT ile ölçülen RSLT kalınlığı normal ile glokomlu gözler arasında, özellikle inferior kadranda olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.(91)
OKT 1-2’de ortalama RSLT kalınlığı normalde 100- 130 µm arasında yer almakta, 100 µm altındaki değerler glokom lehine, 130 µm üzerindeki değerler ise optik sinir başı ödemi lehine değerlendirilmektedir. OKT 3’de ise RSLT kalınlığı yaşa göre oluşturulmuş bir normogram içinde gösterilerek hekime değerlendirme açısından kolaylık sağlanmıştır.
b. Optik sinir başı analizi: Optik sinir merkezinden gecen 30 derece aralıklı 6 ışınsal OKT kesiti kullanılarak optik sinir başı ve optik sinir çukurunun topografik haritası çıkarılabilmektedir. Program yazılımı sayesinde retina pigment epiteli, koryokapillaris ve fotoreseptörlerin bittiği yer optik sinir başının başlangıcı olarak kabul edilmekte ve buna göre disk sınırları otomatik olarak belirlenmektedir. Bu durum özellikle bükük (tilted) disk gibi kenarın saptanmasında güçlük oluşturan disk anomalilerinde OKT’ye üstünlük sağlamaktadır. Pigment epitelinin bulunduğu düzlemin 150 µm üzerinden geçen transvers hattın altında kalan bölge disk çukurluğu (cupping) olarak kabul edilmekte ve bu şekilde çanaklaşma-disk oranı, kenar alanı, kenar hacmi, çanaklaşma alanı, çanaklaşma hacmi hesaplanabilmektedir. Glokom tanı ve takibinde çok önemli olan bu parametreler böylece objektif bir şekilde elde edilebilmektedir. OKT ile elde edilen optik sinir başı görüntü ve parametreleri ile diğer bir görüntüleme yöntemi olan konfokal tarayıcı lazer oftalmoskopi (confocal scanning laser ophthalmoscopy) (SLO,HRT) ile elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bazı çalışmalarda gösterilmiştir (92,93). Bu iki yöntem karşılaştırıldığında optik disk kenarının kullanıcıdan bağımsız belirlenebilmesi, referans düzlemine ihtiyaç duyulmaması OKT’nin avantajları olarak göze çarparken, tekrarlanabilirliğinin HRT’ye göre düşük olması, halen onaylanmış bir normatif veri tabanının olmaması da optik disk parametrelerinin değerlendirilmesi açısından OKT’nin eksiklikleri olarak kabul edilebilir.
c. Maküla analizi: Foveadan geçen 30 derece aralıklı 6 radyal OKT kesiti kullanılarak santral ve parasantral makülada; alt, üst, temporal ve nazalde olmak üzere 8 maküla kadranının retina kalınlıklarını gösteren topografik bir harita çıkarılabilmektedir.

Glokomda santral foveal bölgede ve maküla kadranlarında retina kalınlığında azalma olduğunu gösteren yayınlar mevcuttur (94). Görme alanı defektleri ve peripapiller RSLT incelmeleriyle uyumlu olarak maküla kadranlarında da retina incelmesi olduğu gösterilmiştir(93,94).

TONOMETRİ VE TONOMETRELER

Tonometri: (tonos:basınç-metrein:ölçmek) GİB ölçülmesi işlemlerine denir. Bu işlemlerde kullanılan enstrümanlara tonometre denir. GİB glokomdaki en önemli ve gnümüzdeki ıspatlanmış tek risk faktörü olduğundan toplum sağlığı açısından glokomun tanısı ve tedavisinde GİB ölçülmesinin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği çok önemlidir. Değerlendirilmesi kolay ve ucuz olması nedeniyle oküler denge terazisindeki etkenlerden biri olan GİB 'nı ölçen tonometri yöntemi, 1885'lerden sonra gündeme gelmiş ve değişik teknik özellikleri olan aygıtlar geliştirilmiştir. (95, 96,97) En basit klinik uygulama yöntemi "parmakla" ölçüm olup hasta aşağı doğru bakarkeniki elin işaret parmaklarının üst göz kapağı üzerinden göz küresine bası yaparken karşılaşılan dirence göre GİB'in tahmin edilmesidir. Yumuşak hissediliyorsa hipoton, normal hissediyorsanız normoton, lastik gibi sert hissediyorsanız hiperton basıncı gösterir. Hipoton ve hiperton basınçlar patolojik kabul edilir. İlk kez 1862'de İngiliz TabiplerToplulu̇ğu'nun yıllık toplantısında William Bowman (1816-1892) tarafından oftalmoloji gündemine getirilmiştir ve rutin göz muayenesinde kullanılmıştır. (95,99)

Tonometreler, gözü kanüle etmeye gerek kalmaksızın, basınç ölçebilmek için gözün fizik özelliklerinden yararlanan aletlerdir.(100) Tonometreler, GİB'i, göz küresinde oluşan şekil bozukluğunun, bu bozukluk için gereken güçle ilişkisini kurarak ölçerler. (101) İdeal tonometre ile, basıncı değiştirmeksizin veya göze zarar vermeksizin doğru ve tekrarlanabilir GİB ölçümleri yapılabilmelidir. Normal korneanın fiziksel özellikleri tonometrenin doğruluğunun sınırlarını belirler. Normal kornea, tonometrenin gücüyle ön kamaradaki basınç arasında bağlantı kuran en ideal dokudur. İyi gerilebilir sertliğe sahiptir. Kollajenleri farklı tabakalarda düzenlenmiştir. Temel yapısı çok kaygandır. Bu sebeplerden dolayı GİB'in gücüne karşı koymak, korneayı düzleştirmek veya çökertmek için çok küçük güç gerekir. Deformasyona karşı korneanın direnci önemsenmez ve tonometrelerin geliştirilmesinde bu özellik göz önünde tutulmuştur.

Kornea tonometre ile deforme edildiği zaman, sıvı yer değişimi gözün kalanının

gerilmesine neden olur. Göz duvarının gerginliğe karşı koyma eğiliminden dolayı kornea deformasyonu GİB'i yükseltir. Daha büyük deformasyon GİB'i daha fazla artırır. Fakat ilişki doğru orantılı değildir.

Tablo 3. GİB ölçüm yöntemleri (98)

I. Girişimsel (invaziv) yöntemler: İğne yada kanülle GiB 'nın doğrudan ölçülmesidir

II.Girişimsel olmayan (noninvaziv) yöntemler:

- **A. Parmak ile ölçme**
- **B. Aletle yapılan tonometri:**
- **1. Korneadan**
  - **1.1 Korneaya temas edenler (kontak tonometri)**
    1. Korneayı çökerten (indentasyon) tonometresi
       - Schiötz (1905)- Comberg
    2. Korneayı Düzleştiren (Aplanasyon) tonometreleri:
       - Maklakoff (1885)
       - Goldman Aplanasyon Tonometresi (GAT-1954)
       - Perkins, MacKay –Marg(1959), Daeger, Tonopen (1980)
    3.Tepkili (rebound) tonometre
  - **1.2 Korneaya temas etmeyen (non-kontakt, havalı) tonometreler**
    1. Sabit cihazlar (topcon T20, CT60, CT80, Nidek, Canon)
    2.Taşınabilir cihaz: Keleer Pulsair
    3. Oküler Respons (yanıt) Analizörü(ORA)
  - **1.3 GİB'i ve OPA 'yı ölçen 3. Kuşak dijital tonometreler**
    1. Dinamik Kontür Tonometre (Pascal DKT)
    2.Pulsatil Oküler Kan akım analizörü(Paradigm, havalı Tonometre)
    3.Kontak Lens tonometre(SmartLens)

2. Kapak Üstünden ölçüm yapan Tonometreler:

1.Ahmed tonometresi(dijital)

2.Diaton (dijital)

Tonometre uygulanmadan önceki GİB sembolik olarak P0, tonometre sırasındaki basınç ise Pt olarak gösterilir. P0 ve Pt hiçbir tonometere için eşit değildir. Tonometre referans olmaksızın spontan GİB Pi olarak gösterilir.

Özetle ideal tonometre; invaziv olmamalıdır, göze zarar vermemelidir. Ölçümleri tekrarlanabilir olmalıdır, geniş bir aralıkta ölçüm yapabilmelidir. Değişik fizyolojik durumlarda duyarlılığı etkilenmemelidir. Farklı gözlerde aynı duyarlılıkta ölçüm yapabilmelidir. Değişik pozisyonlarda uygulanabilmelidir. Sonuçlar farklı kişilerin

kullanımında farklı olmamalıdır, uygulanması basit olmalıdır. Ucuz , hafif, taşınabilir ve dayanıklı olmalıdır. Kalibrasyonu çabuk bozulmamalıdır(98,99,100).

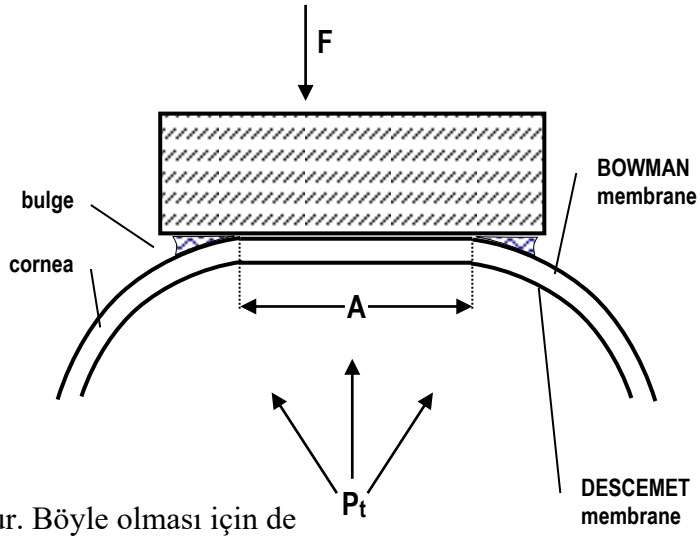
Tonometreler korneada oluşturulan şekil bozukluğunun türüne göre 2 türdür:
A. Aplanasyon (düzleştirici)
B. İndentasyon (çökertici)
Üçüncü bir tür tonometre olan nonkontakt tonometreler, hava üfleyerek korneada oluşturulan deformasyon için gereken zamanı ölçerek GİB'i tahmin eder.

A. Aplanasyon Tonometreleri
Aplanasyon tonometrenin 2 şekli vardır:
1. Aplanasyon uygulanan alan sabit, güç değişken
2. Korneaya uygulanan güç sabit, alan değişken
I. Uygulanan kuvvetin büyüklüğünün değiştiği tonometreler

a. Goldmann Aplanasyon Tonometresi (GAT)
Güç değişken aplanasyon tonometrenin ilk örneği, 1954'ten beri kullanılan Goldmann tonometresidir. İmbert-Fick prensibine dayanır.
Buna göre kuru, ince duvarlı bir küre içindeki basınç, bu küreyi düzleştirmek için gereken gücün, düzleştirilen alana oranına eşittir.
Pt = W/A veya W = Pt x A
Gözün özellikleri Imbert-Fick prensibindeki bazı özelliklere tam uymamaktadır;
. Göz düzgün bir küre şeklinde değildir.
. Kornea ideal incelikte değildir. Düzeltilen bölgenin iç alanı ile (A1) dış alanı (A) eşit değildir.
. Korneanın iç direnci vardır, düzleştirme gücünü zıt etkiler.
. Göz kuru değildir, gözyaşı filminin kapiller çekme gücü, ilave düzleştirici etki sağlar.

Bu nedenle Imbert-Fick kanununu bu şekilde modifiye etmek gerekir:

Fig. 1 : İmbert -Fick kanunu



W+S=Pt xA1+B

(S: Yüzey Gerilimi

B: Kornea şeklini değiştirmek için gereken güç

Pt: Küredeki basınç

A1: Düzeltilen bölgenin iç alanı

W: uygulanan dış güç)

A1=7.35mm2

olduğunda S ve B birbirini dengeler ve W=Pt olur. Böyle olması için de dış yüzey çapının 3.06 mm olması gereklidir. Yani Goldmann aplanasyon tonometresi korneanın 3.06 mm çapındaki bir alanını düzleştirmek için gereken gücü ölçer. 3.06 mm çap (7.35mm2) seçilmesinin nedeni, bu durumda mmHg olarak GİB ile gram olarak uygulanan güç arasında 10:1 oranı olmasıdır. Bu çapta korneanın düzleşmeye karşı direnci, tonometre başının kapiller çekme gücüyledengelenir. Ayrıca bu çap kullanılarak göze uygulanan düzleştirici gücün "gram" cinsinden 10 ile çarpımı "mmHg" cinsinden GİB'i verir. Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçüm yapıldığında göz içi sıvının 0.05 ml'si yer değiştirir. Bu da gerçek basınçtan %3'ten daha az oranda daha yüksek ölçüme neden olur, ancak pratikte bu ihmal edilebilir. Bu nedenle sklera sertliğine bağlı hatalı ölçüm olasılığı düşüktür. (95,101,102)

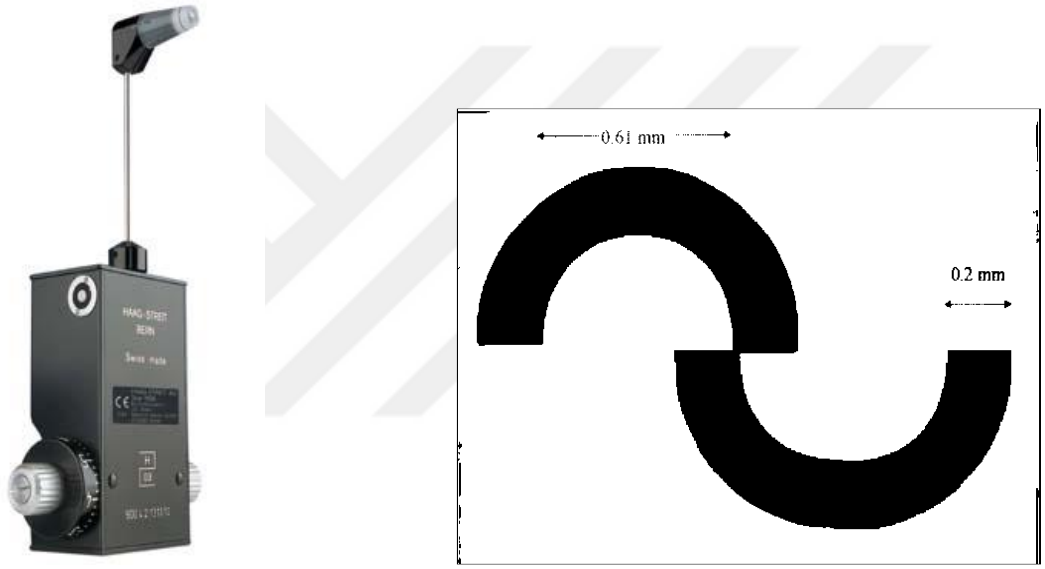
Ölçüm Tekniği

Goldmann tonometresi biyomikroskoba monte edilerek ölçüm yapılır. Ucundaki iki adet prizma korneaya değdiği zaman iki tane yarım daire oluşturmaktadır. Korneaya değdiği kenar, gözyaşı filmi içine eklenecek floreseyn sayesinde kobalt mavisi kullanılarak rahatça görülebilir. Aletin içindeki kalibre edilmiş gösterge sayesinde uygulanan güç mmHg'ya çevrilir. Prizmalar, kornea 3.06 mm'de düzleştiğinde yarım dairelerin iç kenarları birbirlerine değmesi için ayarlanır (103).

Aplanasyon uygulamak için biyomikroskopta hastanın başı sınırlanan alanı geçmeden kaşlar iyice yukarı kaldırttırılarak ve mümkün olduğu kadar göz kapakları aralanarak yapılması gerekmektedir. Hastaya bir damla topikal anestezik damlattıktan sonra %0.25'lik sodyum floreseyn solüsyonları veya kağıt şerit kullanılarak boyama işlemi yapılır. Tonometredeki prizmaları en iyi kobalt mavisi kullanarak görüntüleyebiliriz. Plastik uçlu prizma içeren tonometre korneanın ön yüzünün tepesine doğru nazikçe

ilerletilir ve değdirilir. Biri üstte diğeri altta olarak görüntülenen yarım daire şekilleri, eşit boyda oldukları zaman kontrol kolundaki topuz çevrilmeye başlanır. Yarım dairelerin iç kenarları birbirinin içine geçip yatay "S" şekli görüldüğünde bu değer GİB olarak kaydedilir. Güç düğmesi, düzleşen alan 3.06 mm.'ye ulaşıncaya kadar çevrilir; bu, iki halkanın ucunun iç kenarlarının birbirine değdiği noktadır. Floreseyn kullanılmadan yapılacak ölçümlerde daha düşük sonuçlar elde edilir. Floreseyinsiz ölçülebilecegini savunan yazarlar da çıkmıştır fakat pek önerilmemektedir. Fazla veya az kullanılan floreseyn boyası yarım dairelerin boyanma şekillerini değiştirdiğinden, düşük veyayüksek ölçümlere sebep olur (103).

Fig. 2: GAT ve Flöreseyin halkalarının ideal şekli



GAT ile Ölçümde Potansiyel Ölçüm Hataları (95,98,104,107)

A. Aygıtla ve/veya kullanıcı ilğili hata kaynakları:

-Düzgün olmayan kalibrasyon

-Flöreseyinin gereğinden fazla veya az olması

- Aşırı temas süresi ve tekrarlayan ölçümler

-Ölçüm sırasında göz küresine bası uygulanması

. B. Gözle ilgili hata kaynakları -Merkezi kornea kalınlığında artma veya azalma

-.Kuru göz durumu

- .Düşük Ph

- Düşük GİB

-. Kornea ödemi veya distorsiyon gibi patolojiler

- 3 D'den yüksek astigmatizma
- Kornea epitelinde hasar
-Kornea eğriliği
- Refraktif cerrahi sonrası topografisi değişmiş ve genellikle incelmiş kornea

Goldman Aplanasyon Tonometresinin(GAT) Sorunları

Gözyaşı film tabakasındaki floreseyin konsantrasyonu klinik açıdan önemlidir; yetersiz miktardaki floreseyin hipofloresansa neden olabilir. Yeterli konsantrasyona rağmen, proparakain (ph 4.5) ve oksibuprokain (ph 4.0) gibi asidik solüsyonlarda floresans azalır. Hipofloresans durumunda 9 mmHg gibi değerlere ulaşabilecek yanlış düşük ölçümler ortaya çıkabilir. Bu durum "floresans sönme olgusu" olarak adlandırılmaktadır. Bununla birlikte tekrarlayan damlatmalar ölçümleri önemli ölçüde etkilemez (105).

Gözyaşı şeritinin genişliği de ölçümleri hafif etkileyebilir. Geniş bir menisküs, olduğundan daha yüksek bir ölçüme neden olur (106). Kuru gözde olduğu gibi, dar fakat yeterli boyanan bir menisküs ölçüm hatasına neden olmaz (105).

Dik düzlemde yarım dairelerin büyüklüklerinin aynı olmaması da yanlış yüksek ölçüme neden olur.

Kornea kalınlığı da basınç ölçümünü etkilemektedir. İnce kornealarda ölçüm sonuçları hatalı olarak daha düşük çıkar (107,108).

Kalınlık korneanın yapısal özelliğine bağlı olarak artmış ise hatalı yüksek ölçümler söz konusudur. Ancak kalınlık artışı kornea ödemine bağlı ise düşük ölçümler ortaya çıkmaktadır (109). GAT tonometresinin kalibrasyonu insan gözüne göredir, 520 µm kornea kalınlığı ve 7.4 mm lik kornea ön yüz eğriliğine göre düzenlenmiştir. 1975 yılında Ehlers katarakt cerrahisi uygulanacak gözleri kanüle ederek GİB'nı ölçmüş ve MKK 520 µm iken GAT ölçümünün tam doğru olduğunu ve her 100 µm değişiklik için 7 mmHg lik sapmalar olabileceğini göstermiştir, Moniz in 2005 de yaptığı bir çalışmada kornea kalınlığında her 30 µm artışda GİB in 2.5 mmHg arttığını saptamıştır, Öte yandan daha geniş çalışmalarda MKK nin 537 ile 554 µm aralığında bulunduğu daha geniş bir normal aralığı verir. Fotorefraktif keratektomi (PRK) ve Laser in situ keratomilozis (LASIK) gibi refraktif işlemler sonrasında korneal kalınlığın etkilenmesi nedeniyle GİB değeri düşebilir, Yayınlanmış çalışmalar gözden geçirildiğinde kaba bir yöntem olarak , MKK değerinin ortalamadan (yaklaşık 542 µm) her 10 µm sapmasına karşılık olarak GAT la ölçülen GİB ile gerçek GİB arasında 0.5 mmHg lik bir

fark oluştuğu düşünülebilir. Öte yandan ölçülen GİB ile MKK arasındaki ilişkinin doğrusal olmaması nedeniyle buna benzer düzeltmelerin en iyimser bakışla sadece bir tahmin olduğunu kabul etmek ve klinikteki yaklaşımımız ona göre belirlemek gerekir. Ehlers, Shah, Dresden ve Oregono tarafından geliştirilmiş düzeltme tabloları mevcuttur(95,97)

Tablo4: Dresden Düzeltme tablosu (545 µm ortlama kalınlığa göre)(95).

Merkezi Kornea kalınlığı (MKK) :mikron	**Düzeltme değeri : mmHg**
405	+7
425	+6
445	+5
465	+4
485	+3
505	+2
525	+2
545	**0**
565	+1
585	+2
605	+3
625	+4
645	+5
665	+6
685	+7
705	+8

GİB ölçümü korneannın eğrilik derecesinden de etkilenmektedir. Korneanın kırıcılık gücündeki her 3 D'lik artış, yaklaşık olarak 1 mmHg'lık yüksek ölçüme neden olur (110). Daha dik olan korneanın altında daha fazla sıvı toplanmakta, böylece gözün rijiditesi artmaktadır (108). Ayrıca, daha dik olan kornealarda standart bir düzleştirme alanı elde edebilmek için daha fazla kornea alanının çökertilmesi gerekecektir. 3 D'nin üzerindeki astigmatizmalarda da, düzleştirilen alan, daireselden çok eliptik olacak ve yanlış ölçüm ortaya çıkacaktır. Kurala uygun her 4 D'lik astigmatizmada 1 mmHg'lık düşük ölçüm, kurala aykırı astigmatizma için ise aynı değerde yüksek ölçüm yapılır (110,111). Bu hatayı en aza indirmek için, prizmaların bulunduğu plastik parça üzerindeki çizgi, kornea eğriliğinin en az oldugu aksın zıt tarafına getirilerek ölçüm yapılabilir (111). Eşdeğer bir yöntem de, hem dikey hem de yatay düzlemde ölçüm yapılarak ikisinin ortalamasının alınması şeklindedir (110,111). Düzensiz yüzeyli kornealar da ölçüm doğruluğunu

etkilemektedir (111).
Prizmaların uzun süre korneaya dayalı kalması ya da kısa bir zaman aralığında birçok ölçüm yapılması, kornea epitelini zedeleyebilir. Bu durum da birkaç dakikalık bir süre içinde GİB'in düşmesine neden olabilir (112).
Karotis arter tıkanıklığı olan kişilerde de, göz içi kan akımının azalmasına baglı olarak benzer bir durum görülebilmektedir (103). Bu azalma, temelde koroidal perfüzyonun azalması ile ilgilidir. Ayrıca, GİB statik değildir; nabız, soluk alma, göz kırpma ve diğer etkilerle değişen bir dalgalanmaya sahiptir.
Sıkı boyunbağı, biyomikroskopta başın ekstansiyon pozisyonu almasıyla GİB'de ani yükselmeye neden olabilir. Bu yüzden sıkı yaka ya da kravatların GİB ölçümü öncesi gevşetilmesi uygun olur.
Tonometri esnasında hastaların nefeslerini tutması sık karşılaşılan bir durumdur. Valsalva manevrası esnasında artan toraks içi basınç, periferal ven basınında artma ve arter kan basıncında azalma ile sonuçlanabilir. Artmış ven basıncı sonucu, koroidin ve orbita venlerinin akut distansiyonu GİB'i yükseltebilir (113).

Sterilizasyon

Ölçümler arasında yeterince temizlik yapılmazsa Hepatit B, HIV gibi patojenler kişiler arası bulaşmalara neden olabilir. Hepatit B taşıyıcıları üzerinde yapılan çalışmada aplanasyon ucunda %25 oranında yüzey antijeni tespit edilmiştir (114). Sterilizasyon için %3'lük hidrojen peroksit, %70'lik etanol ya da izopropanol gibi kimyasallar kullanılabilir. Birçok merkezde günlük kullanımda tonometrenin alkollü sponç ile dezenfeksiyonu uygulanmaktadır. Ancak ölçüm öncesi göz için toksik olabilecek bu maddelerin temizlenmesine dikkat edilmelidir (103).

Güvenilirlik

GAT glokomda altın standart ölçüm yöntemi olarak bütün dünyada kabul edilmektedir. Ölçüm yapan kişiler arasındaki farklılık yapılan bir çalışmada 2–3 mmHg için oran %30 kadar bulunmuştur. Yaklaşık 2–3 mmHg'lık ölçüm farklılıkları çok doğru bir ölçüm yapılsa dahi bu işin tabiatında var olduğu söylenmiştir (115).
Tonometre en azından ayda bir kalibre edilmelidir. Metal denge demiri, gram düğmesi üzerine ana mile yerleştirilir. 0 pozisyonundaki test çubuğu ile prizma başı, düğme 0 ± 0.1 grama çevrildiğinde hareket etmelidir. Çubuk, 2 pozisyonuna getirildiğinde, prizma, düğme 2 ± 0.1 grama ilerletilince hareket etmeli, çubuk 6 pozisyonuna getirildiğinde, prizma, düğme 6 ± 0.1 grama ilerletilince hareket etmelidir. Tonometre, doğru kalibrasyonun 0.1 gramı içinde değilse onarılmalıdır (116,117,118,119).

b. Perkins aplanasyon tonometresi

Goldmann aplanasyon tonometresi ile aynı teknik özelliğe sahiptir, fakat biyomikroskoba monte edilmeyip elde taşınarak ölçüm yapılır. Işık kaynağı olarak pille çalışan bir lamba kullanılır. Aplanasyon gücü, el ile döner düğmenin hareketettirilmesiyle ayarlanır. Genel anestezi altında ameliyathanede, bebek muayenelerinde ve yatar pozisyonda ölçümler için idealdir.1970'de Perkins tarafından geliştirilmiştir (95,101,102).

c. Draeger aplanasyon tonometresi

Perkins tonometresi ile benzerlik göstermekle birlikte farklı bir prizma sistemi kullanılmakta ve aplanasyon gücü prizma ile bağlantılı bir motor ile sağlanmaktadır. (95,120,121)

d. MacKay-Marc aplanasyon tonometresi

Düzleştirme ve çökertme ilkesiyle çalışır (101). İçinde 1.5 mm çapında hareketli bir pistonun çevresini saran ve bunun 10 µ gerisinde yer alan plastik kaplı bir probu vardır. Prob önce merkezdeki 1.5 mm'lik korneayı düzleştirmek için bir kuvvet uygular. Daha sonra çevredeki plastik kaplamayı da içine alacak şekilde 3 mm'lik alanı düzleştirir. Bu noktaya kadar elde edilen kayıtlar ile GİB değeri ölçülür. Goldmann aplanasyon tonometresine göre daha yüksek ölçmesine karşın ödemli korneada daha uygun sonuçlar verir(95,101,102). Günümüzde çok fazla kullanılmamaktadır.

e. Pnömotonometre

Temel ilkesi Mackay-Marg tonometresine benzerse de elektronik olarak kontrol edilen piston yerine, hava basıncına duyarlı prob kornea yüzeyine temas ettirilerek kornea düzleştirilir. Skarlı ve düzensiz yüzeyli korneada kullanılabilir. Goldmann'dan daha yüksek ölçme eğilimindedir (95,122,102).

II. Düzleştirilen alanın değiştiği tonometreler

Maklakov aplanasyon tonometresi(1885)

Sabit bir ağırlık kullanılarak düzleştirilen kornea alanının çapı ölçülerek, tablolardan kullanılan ağırlığa göre karşılık gelen GİB bulunur. Kullanım alanı kısıtlıdır ancak doğu bloku ülkelerinde sıklıkla kullanılmakadır(101,102).

III. Havalı- Non kontakt tonometreler (NKT)

Korneaya temas etmeden GİB ölçen cihazlardır, topikal anestezi geektirmemesi, göze temas etmediği için kontaminasyon riskinin olmaması, korneal abazyonun ve topikal anestezik reaksiyonun görülmemesi, toplu taramalarda ve çocuklarda uygulanması avantajıdır.

Havalı tonometre üç bireyli bir sistem içerir;

a.Pnömatik sistem: Zamanla doğrusal bir güçle hava atımı sağlayan düzenektir.

b.Düzleştirici sistem: Mikrosaniyelik çözümle düzleşme olayını ayıran ve saptayandüzenektir.
c. Optik olarak elektronik sıralama sistemi: Ölçümleri üst üste getiren düzendir.
Aygıtın tabanına yerleştirilmişözel amaçlı sayısal bilgisayar sistemi bu bireyin her birini düzenleyen, birbirine olan etkileşimlerini tamamlayan ve sonuçta verileri birleştirip GİB'i mmHg olarak çeviren düzenektir.
İmber-Fick yasasına uyar ve GAT'a göre kalibre edilmiştir. Havalı tonemetre ile düzleştirilen alan 1.0gr/10 mmHg uygulayan GAT ile düzleştirilen alandan takriben %40 daha büyük olduğundan birim alan için uygulanan kuvvet heriki aygıtta da birbirinin aynıdır.
Kornea ile aygıt arasındaki düzenleme tamamlandıktan sonra ayar kolu üzerindeki düğmeye basıldığında ışık salan diod'dan 3 milisaniyelik atım oluşur. Düenleme yetersizse (santralizasyon ve netlik) hava atımı olmayacaktır. Düzenleme kurala uygun yapılmışsa hava atımı oluşturarak zamanla doğrusal olarak artan bir güç kullanılacak ve kornea eğriliği azalacak 3.6 mm çapında bir düzleşme olana kadar devam edecektir. Böylece ölçülen parametre düzleşme için geçen zaman aralığı olup, geçen zaman GİB ile orantılıdır ve osiloskopta mmHg olarak çözümlenir(95,98).
Ölçüm kornea özelliğine bağlı yansıma nedeniyle, düşük GİB değeri kısa süreli yansımadan, Yüksek GİB'deyse uzun süreli yansımadan oluşur.Düşük ve yüksek basınçlarda hatayı azaltmak için farklı iki kalibrasyon kullanılmaktadır.
Hastanın kalp atımından çok daha kısa;1 ile 3 milisaniyelik etkleme süresinde ölçülmesine karşın, aynı gözde oküler nabıza bağlı sistolik veya diastolik basınca rastlamasıyla ilintili olarak 2 ile 3 mmHg lık farklı sonuçlar vermesi nedeniyle sonuçları değişkendir. O sebeple 3 ölçümün ortalaması alınmalı, 4mmHg veya daha fazla fark olduğunda hatalı kabul edilmelidir.
GAT'a göre sıklıkla biraz fazla ölçme eğilimindedir. MKK, GAT gibi havalı tonometre ölçümlerini de etkilemektedir.
Düzgün ölçüm için kornea eğriliğnin 6.4-8.8 mm arasında olması gerekir
Ödemli, skarlı gözlerde yapılan ölçümler doğru sonuç vermez.
Hasta gözlerini hayret ediyormuş gibi açmalı ve iyi odaklanmalıdır.
Havalı- Nonkontakt tonometre korneası sağlıklı olan ve iyi odaklayan hastalarda oldukça doğru ölçüm yapar(95,96,98,101,102).
İki tip Havalı- Nonkontakt tonometre vardır;
1.Taşınamayanlar
2.Taşınabilenler
1.Taşınamaz havalı tonometreler

1.1Otorefraktometre kadar iri sabit aygıtlardır. Kimisi ise otorefraktometre- havalı tonometre işlevlerini bir arada görmektedir. Topcon CT20, CT60, CT80, Nidek ve Canon havalı tonometreleri hali-hazırda klinik kullamında olan tonometrelere örnektir.

1.2 Oküler Response Analizörü (ORA)

Son zamanlarda geliştirilen atılan hava jeti ile (havalı) tm korneal direncin yansımasını infrared ışınla kaydeden ve esneklik ölçüsü olan Kornea Histerezis(KH)//sertliği ölçer. ORA ile hızlı bir hava atımından yararlanarak gelişmiş bir elektro-optikal sistem aracılığıyla iki aplanasyon basıncı kadedilir(kornea düzleşirken birinci ölçüm kornea çökerken ikinci ölçüm normal şekline dönerken yapılır). Böylece korneanın biyomekanik özelliğinden yararlanarak GiB'i düzelterek ölçer, Böylece MKK ve refraktif cerrahi sonrası biyomekaniği değişmiş kornealarda doğru ölçüm yapılmasını sağlar (95,97). KH ile MKK arasında anlamlı bir ilişki vardır yüksek MKK'da yüksektir. Dolayısıyla korneanın inceldiği LASIK sonrası ve keratokonuslu olgularda da KH 'nın azaldığı bulunmuştur(123).

2. Taşınabilen havalı tonometre

Pulsair 2000,3000 ve **Pulsair intelliPuff** (Keeler)

Fig. 3: Pulsair İntellipuff, elciği ve korneadaki ideal yansıma

Elde taşınabilen ve temas etmeyen tonometrelerdir, İmmobil hastalarda, genel anestezi altındaki hastalada ve çocuklarda kullanımı avantajıdır, otomatik hizalayıcı aktivasyon sistemi

içerirler. Temel ünite ve ölçüm yapan elcikten oluşur, temel ünitesi masaüstü veya duvara monte edilebilir, 2 metre uzunluğunda bir kordon hareket kabiliyetini sağlar, temel ünit 2450 gr ve elcik 890 gr ile taşınması kolaydır. Otomatik ve objektif hizalama ve ölçüm sistemi vardır 20 mmden ölçüm yapılır, 5-50 mmHg arasında 0,1 mmHg ölçüm aralığıyla ölçümlerini yapabilmektedir. Kullanımı kolay olması yanında sık kalibrasyon gerektirir.(95,98)

B. İndentasyon (Çökertici) Tonometresi (Schiötz)

Üretim aşamasına ulaşmış ve insan gözüne uygulanmış ilk indentasyon tonometreleri 1863-1868 yılları arasında Donders'in Ultrech'teki kliniğinde geliştirilmiştir. Schiotz, 1905'te indentasyon tonometresini tanımlamıştır. Hastalıklı ve normal gözlerde GİB hakkında günümüzde elimizde olan bilgilerin temeli, 1910-1920 arasında Schiotz tonometresinin kullanımı ile elde edilmiştir. Bu yüzden Schiotz tonometresi klinik kullanımda güvenilir ve işe yarar ilk tonometredir (99). 3 mm çapında ve 5.5 gr ağırlığında metalik ve hareketli bir piston çevresine yerleştirilmiş, kornea eğriliğine uyan dışbükey yüzeyli bir ayaklıktan oluşur. Pistonun ucunun kornea üzerinde oluşturduğu çökertme ile orantılı olarak temas ettiği iğne hareket eder. Yatar pozisyondaki hastanın anestetik damlatılmış gözünde, kornea yüzeyine dik olarak uygulanır. Pistonun korneayı çökertme miktarı skaladan okunur. Önce 5.5gr'lık ağırlıkla başlanır. Eğer kornea çökmezse (skalada 4'ün altında okunursa) ek ağırlıklar kullanılır (7.5 gr, 10 gr, 15 gr). Okunulan değer ve kullanılan ağırlıklara göre kalibrasyon cetvellerinden "mmHg" cinsinden GİB bulunur. Korneadaki çökme, gözün yumuşaklığıyla orantılı şekilde artar. Çökertici tonometreler, aköz hümörde yaklaşık 10-30 µl'yi bulan yer değiştirme ve dolayısıyla GİB'de önemli artmaya neden olur.

Çökertici tonometre ile, sklera sertliğinin ortalamadan farklı olduğu gözlerde potansiyel ölçüm hataları oluşur. Düşük göz sertliğine sahip gözler (miyop, osteogenezis imperfekta, kolinesteraz inhibitörleri gibi güçlü miyotik kullanma hikayesi, retina dekolmanı -özellikle vitrektomi cerrahisi hikayesi-, vazodilatatör kullanma hikayesi) skalada yanlış yüksek değer verir, bu da yanlış düşük GİB okunmasına neden olur. Sklera sertliği yüksek olan gözlerde (yüksek hipermetropi, uzun süreli glokom, vazokonstriktif tedavi, makula dejenerasyonu, aşırı miyopi) skaladan yanlış düşük okumaya ve yanlış yüksek GİB saptanmasına neden olur (67,95,124).

Schiötz tonometresinde diğer bir hata kaynağı, çökertme esnasında intraoküler kanın değişken ekspulsiyonunun GİB ölçümünü etkilemesidir (30). Kornea şeklinde ve kalınlığındaki sapmalar da potansiyel ölçüm hatalarına neden olur. Keratokonus hastalarının ince kornealarını yanlış düşük GİB değerine neden olur. Kalın korneanın

indentasyonu ile daha fazla göz içi sıvı yer değiştirir ve yanlış yüksek okuma ile sonuçlanır (24). Dik bir kornea da yanlış yüksek GİB okunmasına neden olur (30).
Bu nedenlerden dolayı indentasyon tonometresinin kullanımı kolay, ucuz ve taşınabilir olmasına rağmen pratikte kullanımı kısıtlıdır(31,95,99).

C.Hem GİB Hem de Oküler Puls Amplitüdünü(OPA) birlikte ölçen tonometreler

1.Pascal Dinamik Kontür Tonometre (DKT)

2.Pulsatil Oküler Kan Akım Analizörü(POKA)

3.Kontak Lens tonometre(SmartLens)

1.Pascal Dinamik Kontür Tonometre (DKT)

Yapısal olarak normal, kalın ya da ince veya refraktif cerrahi geçirmiş kornealarda, GİB ölçümünde kornea özelliklerinden asgari düzeyde etkilenen alternatif tonometre geliştirilmesi konusunda artan bir ilgi mevcuttur(95). DKT, kullanımı son yıllarda gittikçe yaygınlaşan, MKK, kornea sertliği, kurvatür ve ölçüm sırasında oluşan korneal deformiteden bağımsız GİB ölçümleri elde edilmesini amaçlayan bir aygıttır. Kangiesser ve Robert;. Goldmann, Perkins, Schötz gibi diğer GİB ölçüm yöntemlerinde ortaya çıkan korneal etkilenmeyi ortadan kaldıran DKT ile ilgili teorik temelleri ve çalışma prensiplerini açıklamışlar ve bu yöntemin GİB ölçümünde meydana gelen sistematik hataları ortadan kaldırdığını belirtmişlerdir (125,126). DKT korneal faktörlerden etkilenmeden 0.1 mmHg lık duyalılıkla süreğen GİB ölçümü yapmak üzere tasarlanmış yeni,dijital,3. nesil bir tonometedir.

DKT aplantoru 10.5 mm çapında ve 7.5 mmlik eğrilikle kornea ön yüzüne uyar ve en ortasında 1.7 mm çapında basınç sensörü vardır.

100 piezosensor duyarlılıka çok sayıda ölçüm(saniyede 100 ölçüm) yapar ve ortalamasını alır.

Çalışma prensibi: tonometreyle kornea ön yüzünün birbirine temas etmesi sonucu kornea iç yüzüne uygulanan basıncın aletin ucundaki sensor aracılığıyla okunması esasına dayanır. Yapılan ölçümler kornea kalınlığından bağımsız olabilmesi için kornea eğrilik yarıçapının cihazın ucundaki ucundaki çaptan küçük olması ve cihazın temas yüzeyi ile kornea arasındaki temas alanının çapı basınç sensorü alanının çapından büyük olmalı ve kornea kalınlığı 300 ile 700 mikron arasında olmalıdır.

GİB'i direkt korneaya temasla ve kesintisiz olarak ölçer, ölçülen basınç cihazın hafızasında hesaplanır ve saklanır. GİB ve OPA ekranda aynı andan okunur, ayrıca cihaz ölçüm kalitesini de ölçer , 1,2,3,4 ve 5 olarak belirtir. 1: çok iyi , 2:iyi ,3:kabul edilebilir, 4 ve 5 kabul edilemez(95,125,126).

Fig.4 : Pascal DKT klinik kullanım şekli

Fig.5 : DKT'nin Ölçüm prensibi

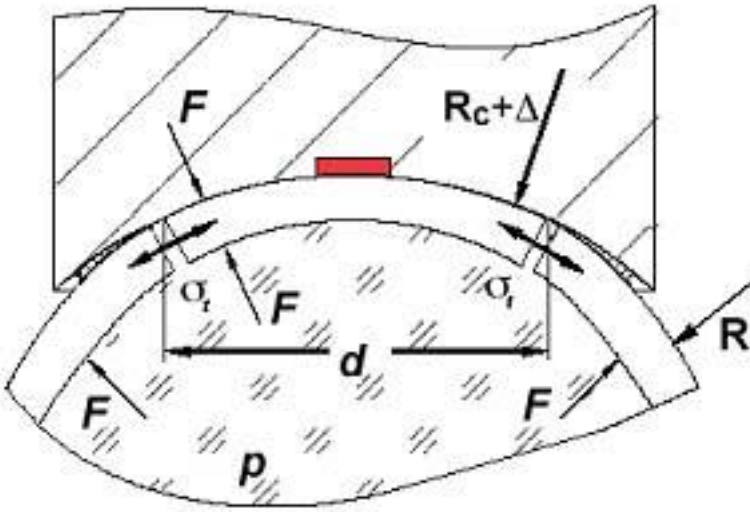


Fig.6: DKT'nin LCD ekranı ve değerler

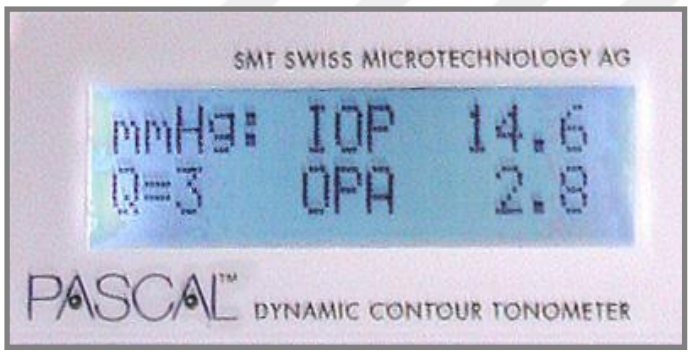
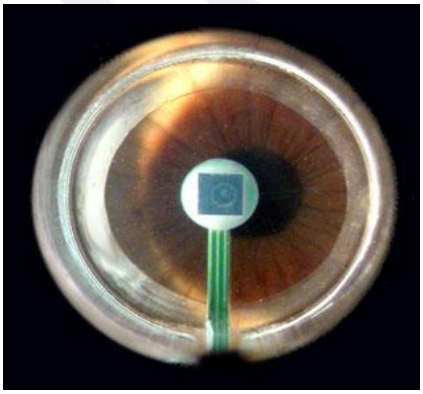


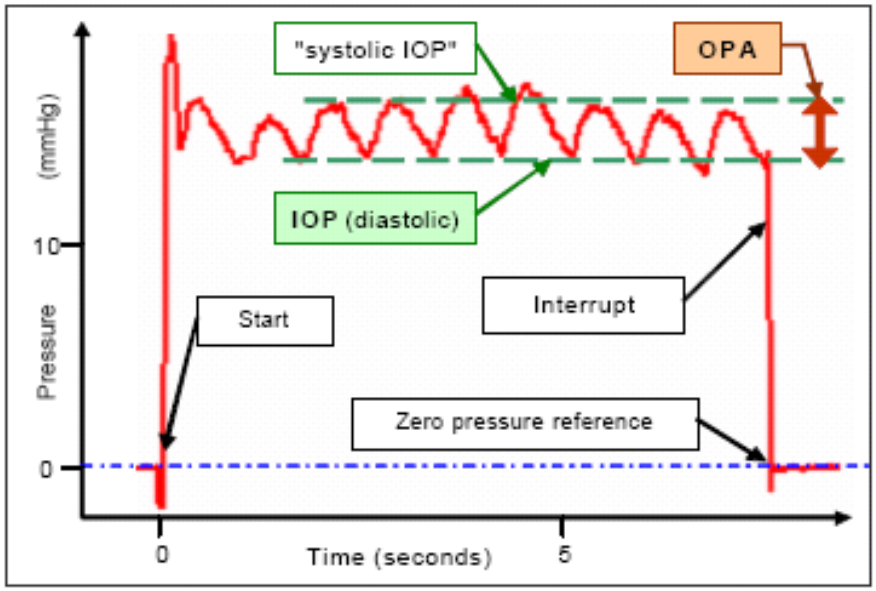
Fig. 7: DKT tipinin uygun teması



<u>Oküler Pulse Amplitüd (OPA)</u>

Kardiyak siklusla birlikte pulsasyon gösteren GİB'in gerçekte sabit bir değeri yoktur. Sistol esnasında oftalmik artere gelen kanın % 90'ı koroidal kan akımına geçmektedir. Kardiyak sistol ve diyastol esnasında koroidal kan hacminde meydana gelen degişim OPA olarak ifade edilir. OPA sistoldeki GİB ile diyastoldeki GİB arasındaki farktır. OPA klinik olarak koroidal kan akımının indirekt bir göstergesidir.

Fig. 8:OPA'nın ölçüm prensibi



OPA yas, cinsiyet, glokom ve miyopi gibi oküler faktörlerden, diyabetes mellitus ve hipertansiyon gibi sistemik hastalıklardan etkilenmektedir. OPA azalması koroidal kan akımı ile birlikte, oküler kan akımının da azaldıgının bir göstergesi olabilir. Sürekli GİB ölçümü yanında, OPA'yı da ölçen DKT'nin bu ölçümü için korneaya 5 – 8 saniye teması yeterlidir.

<u>DKT'nin üstünlükleri:</u>

Floresein gibi bir boya kullanımına ihtiyaç duyulmaz

Aplanasyon tonometrelerinin aksine, DKT kornea kalınlığı ve diğer kornea özelliklerinden (kurvatür, rijidite, kalınlık, hidrasyon, astiğmatizma) etkilenmeden direkt olarak doğru GİB ölçümü yapabilir. Diğer tonometrelere göre DKT, GİB'i intrakamaral manometrik GİB değerlerine daha yakın ölçer(95,127).

LASIK cerrahisi gibi refraktif korneal cerrahi geçirmiş gözlerde bile doğru ölçümler yapabilir

Oküler kan akımına bağlı pulsasyon amplütüdü(OPA) ölçümü yapabildiğinden oküler perfüzyon basıncı değerlendirilebilir. Klinik olarak OPA koroid perfüzyonun indirekt bir göstegesidir ve oküler kan akımı hakkında bilgi vermektedir, glokom ve kavernöz sinüs trombüsü tanısında faydalı olmaktadır. Normal bireylerde 2,8±1,4 mmHg olarak bildirilmiştir, glokomda ve oküler hipertansiyonda biraz daha yüksek olarak bulunur(3-3,6mmHg)(95).

Ölçüm kalitesini (Quality) kendisi değerlendirebildiği için daha objektif bir ölçüm yapılmış olur.

<u>DKT'nin zayıflıkları:</u>

DKT ile nistagmusu olan, kooperasyonu zayıf, postural instabilitesi olan ve oküler fiksasyonu yeterli olmayan hastalarda doğru GİB ölçümü yapılabilmesi son derece zordur.

Çünkü DKT ile iyi bir GİB ölçümü için en az 3 kalp atım zamanı kadar tonometre ile korneanın teması gerekmektedir.

Uygulama yöntemi

Gözüne topikal anestezik damlatılmış hastanın başı biyomikroskoba takılmış aygıtın karşısına yerleştirilir.Tonometrenin gövdesindeki kontrol düğmesine çevrilerek aygıt çalıştırılır. Ucuna kırışmadan ve düzgünce kılıfı takılan aplantor, tonometrenin ucu korneada santralize edilerek 3-4 saniye temas ettirilir, ölçüm sırasında aygıt belirli bir sesle ölçüme eşlik eder, ölçüm sonunda sinyal sesiyle beraber işlem sonlandırılır. Çıktı kendi yazıcısından alınır ve not edilir.(95,126)

2. Pulsatil Oküler Kan Akım Analizörü(POKA)

Bu aygıtla her kalp atımında koroidden geçen kanın yarattığı yükselme (sistol) ve alçalma (diastol)ya bağlı GİB ve pulsail kan akımı değişiklikleri kaydedilir ve ölçülür. Çok küçük bir bilgisayarla arayüz eklenmiş bir pnömotonometredir. Göze aplanasyon yapılarak uygulanır. BU cihaz kalp çevirimi sırasındaki GİB pulsatil dalgalarını da ölçer ve saniyede yaklaşık 200 ölçü alır, 2mmHg yayılım aralığıyla sinüzoidal bir seyir gösterir. Toplam Oküler kan akımı değerinin pulsatil bileşeni ölçülür, POKA orbital kan akımını gösterdiği varsayılsa da bu koroidden gelen kan akışının %85'ini gösterir.

POKA değeri erkeklerde:10-23 mikrolitre/sn(10 un altı zayıf perfüzyon), kadınlarda 11-29 mikrolitre/sn dir(11'in altı zayıf pefüzyon).

POKA yaşla beraber azalır. Geniş C/D oranı olanlar ve miyoplarda emetrop ve hipermetroplara göre azdır. Diabetik Retinopati, Retinitis Pigmentoza olgularında azalma görülür. Düşük POKA Glokom riskidir. GİB'i GAT'a göre yüksek ölçer. Tüm aplanasyon tonometreleri gibi MKK'dan ekilenmesi en büyük sorunudur(95,98).

3.Smartlens(Goniolens tonometre)

Goniolens'e uygulanmış bir duyarga ile GİB ve OPA ölçümü aynı anda sağlanır, GAT' a göre 3-4 mmHg yüksek ölçer. Sonuçlar güvenilir değildir.(95,98)

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, 2009 yılında Bezm-i Alem Valide Sultan Vakıf Gureba Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Polikliniği ve Glokom biriminde takip ettiğimiz gönüllü hastalardan ve hasta yakınlarından oluştu. Hasta grubu; Glokom biriminde takipli PAAG tanısı ile tedavi altında olan 33 hastanın 33 gözü(sadece sol gözleri) . Normal olgular polikliniğimize başvuran hasta ve hasta yakınlarından rutin muayeneleri yapıldıktan sonra uygun 31 olgunun 31 gözü (sadece sol gözleri) çalışamaya dahil edildi. Çalışma ile ilgili olarak hastanemiz etik kurulundan onay alındıktan sonra çalışmaya dahil edilen tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam formları okunarak imzaları alındı. Çalışma Helsinki Deklerasyonu'nda yer alan etik prensiplere uyularak gerçekleştirildi.

Hasta seçimi ve muayenesi:

Hasta grubu Glokom birimimizde takipli, medikal tedavi ile progresyonun olmadığı, en fazla 2 ilaç (en fazla 3 etken madde içeren) kullanan 33 hastanın 33 gözü (tüm olguların sadece sol gözleri) çalışmaya alındı, normal grubu ise polikliniğimize başvuran rutin oftalmolojik muayenesi yapıldıktan sonra uygun olan 31 olgunun 31 gözü (sadece sol gözleri) çalışmaya dahil edildi. Tüm olgular, Yaş, cinsiyet, sistemik ve göz hastalıkları, ailede glokom hikayesi anamnezi sonrası;

Standart göz muayenesiyle görme keskinliği saptandı, refraksiyon muayenesinde 3 D'den büyük miyopi, hipermetropi ve astiğmatizma olmama şartı arandı , biomikroskobi ile kornea patolojisi olmama, travma yada herhangi bir oküler cerrahi geçirmemiş olma, inflamatuar göz hastalığı olmama şartı arandı, fundoskopiyle retina, optik sinir başı ve sinir lifi muayenesi yapıldı, Goldman 3 aynalı gonyolensi ile açı değerlendirilmesi ile Açının açık olması şartı arandı ve sekonder açık açılı glokom tanısı olanlar çalışmaya alınmadı.

Humprey cihazı ile Statpac istatistik programının glokom hemifield test (glokom yarı alan testi) (GHT, 30-2), patern standart sapma (PSS) verileri ve Mean Deviation (MD) kullanıldı. GHT:"normal sınırların dışında" ve PSS için "p < %5" ve MD >3.5 Db olanlar glokoma ait anlamlı görme alanı defekti olarak değerlendirildi. Normal grupta da MD<2 Db ve PSS %95 normal aralığında olma şartı arandı.

Zeiss Stratus®-3 OKT'nin "fast RNFL thickness" "(hızlı retina sinir lifi kalınlığı)" protokolü seçilerek yapıldı. Çekimlerde optik diskin tam merkezde olmadığı ya da sinyal gücünün 6'in altında olduğu fotoğraflar değerlendirmeye alınmadı. Ortalama peripapiller retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığı, hızlı protokole göre oluşturulmuş olan nomograma göre normal

sınırların ve sıklıkla 90 mikronun altında olanlar glokoma ait defekt olarak değerlendirildi. Normal olgularda nomograma göre normal ve 90 mikronun üzerinde olma şartı arandı. Merkezi kornea kalınlık ölçümleri NIDEK UP-1000 ultrasonik pakimetri cihazı ile yapıldı. Pupilla dilatasyonu yapılmamış gözlerde santral ardışık olarak yapılan 3 ölçümün (standart sapma ±5 mikron kabul edildi) ortalaması; MKK olarak kabul edildi. 3 faklı cihazla yapılan GİB ölçümleri karşılaştırılırken MKK'si <520 µ olanlar ince, 520-580 µ arasında olanlar normal, >580µ olanlar kalın kornea olarak değerlendirildi.

GİB ölçümü tüm olgularda günün aynı saatinde öğleden sonra 14-16 arasında yapıldı, GİB ölçümünde önce NKT, daha sonra DKT ve en son GAT ile aralarında 10 dakika beklendikten sonra yapıldı.

Pulsair intellipuff (Keleer) havalı NKT ile ardışık 3 GİB ölçümü yapılıp aralarında >3mmHg fark yoksa ortalamaları GİB1 olarak kaydedildi.

Dinamik kontür tonometre (DKT) (Pascal tonometer, SwissMicrotechnology AG, Port, Switzerland) ile GİB ve Oküler puls Amplitüdü(OPA) ölçümü topikal %0.5 proparakain hidroklorür (Alcain®Alcon) damlatıldıktan sonra yapıldı, ölçüm kalitesi 1 ve 2 olanlar, GİB2 ve OPA olarak kaydedildi. Ölçüm kalitesi 3-4-5 olanlar 10 dakika sonra tekrarlandı, 1. ve 2. kalitede ölçüm yapılamayan olgular çalışmadan çıkarıldı.

Goldman aplanasyon tonometre (Haag-Streit, USA) ile GİB ölçümü, topikal anestezik damla ve flöreseyin şeritleri(Haag-Streit) ile kornea boyandıktan sonra yapıldı ve GİB3 olarak kaydedildi.

Tüm olgular, hasta grubu PAAG tanısı almış, takipli tedavi altında olanlar ve Normal grubu oluşturan olgularda, Oküler Hipertansiyon(OHT) ve/veya Normotansif Glokom (NTG) ihtimalleri açısından, GİB değerlerine bakılmaksızın, Optik sinir başında çukurlaşması geniş ve/veya asimetrik Cup/Disk (C/D) olan, kırmızıdan yoksun fundoskopi Sinir lifi kaybı olan, glokom ile uyumlu görme alanı defekti olan (PSS<%5 ve MD>3.5 Db), OKT ile RSLT kalınlığı 90 mikronun altında ve normograma göre defektif olanlar, gonyoskopide açık açılı olanlar Primer Açık Açılı glokom (PAAG) olarak kabul edildi.

GİB na bakılmaksızın, glokom aile öyküsü olmayan, optik sinir başı doğal görünümde olan, fizyolojik C/D'i olan, peripapiller atrofisi ve sinir lifi kaybı olmayan, Görme Alanı incelemesinde skotomu olmayan (PSS nomal aralıkta ve MD<2 dB) , OKT ile RSLT kalınlığı nomograma göre normal ve 90 Mikronun üzerinde olan olgular normal glokomsuz göz olarak kabul edildi.

Çalışmanın istatistiksel analizleri 'MedCalc versiyon 10.1' (Medcalc Turkiye) ve SPSS versiyon 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) lisanslı programları kullanıldı. Grup

istatistikleri için ‘T test (independet sample test)’, korelasyon analizleri için ‘Pearson Correlation test’, çapraz istatistikler için Ki –kare ‘Pearson- Chi Square’ testi kullanıldı. Ortalamaların karşılaştırılması One way Anova testi ile yapılıp , ‘independent sample T test’ ile farkın hangi gruptan kaynaklandığı değerlendirildi.%95 güven aralığı ve istatistikel anlamlılık sınırı olarak p=0,05 olarak kabul edildi Özet, korelasyon, regresyon,dağılım, metod karşılaştırılması ve çoklu değişken analiz grafikleri MedCalc programı ile hazırlandı.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, 64 olgunun sol gözünde ölçümler yapıldı, Olguların 32'si(%50) kadın ve 32'si (%50) erkekti. Ortalama yaş 53,36±10,20 yıl (31-80 yıl) olarak bulundu.

Olguların 33'ü PAAG'lu hasta gurubunu oluşturdu. Hastaların 17'si (%51.5) kadın,16 'sı(%48.5) erkekti, yaş ortalaması 57,48±10,51 yıl (41-80 yıl) olarak bulundu. Normal grup 31 olgudan oluştu, 16'sı(%51.7) erkek, 15'i(%48.3) kadındı. Ortalama yaş 48,96±7,89 yıl (31-67 yıl) olarak bulundu. Non Kontakt Tonometre(NKT) GİB1, Dinamik Kontür Tonometre(DKT) GİB2, Goldman Aplanasyon Tonometre(GAT) GİB3 olarak kodlandı.

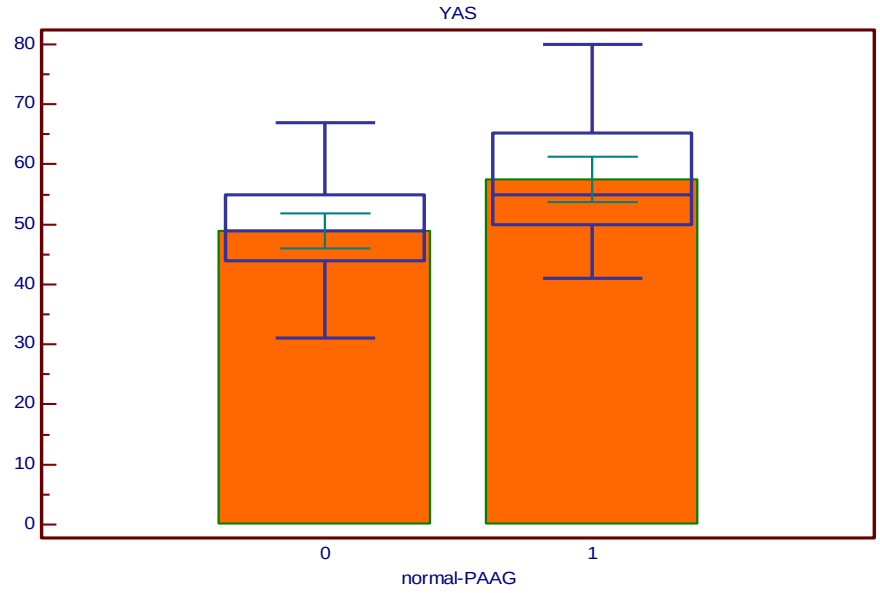
Tablo 5: Olguların Demografik Dağılımı

	PAAG n:33	*Normal n:31*	**Tüm olgular n:64**
Kadın	17/33 %51.5	15/31 %48.3	32/64 %50
Erkek	16/33 %48,5	16/31 %51.7	32/64 %50
Yaş ortalaması	57,48±10,51 yıl	48,96±7,89 yıl	53,36±10,20 yıl
MKK	561,39±46,12 µ	561,70±45,31	561,54±45,36 µ
RSLT	76,60±12,74 µ	100,39±9,24 µ	88,12±16,33 µ
BiGA MD	-10,64±7,94 Db	-2,00±1,1 Db	-6,48±7,16 Db
GAT	16,48±3,41 mmHg	16,29±4,14 mmHg	16,39±3,75mmHg
NKT	15,72±3,02 mmHg	15,80±3,99 mmHg	15,76±3,49mmHg
DKT	17,84±3,29 mmHg	17,95±3,86 mmHg	17,89±3,55mmHg
OPA	2,54±1,14 mmHg	2,57±0,94 mmHg	2,56±1,04 mmHg

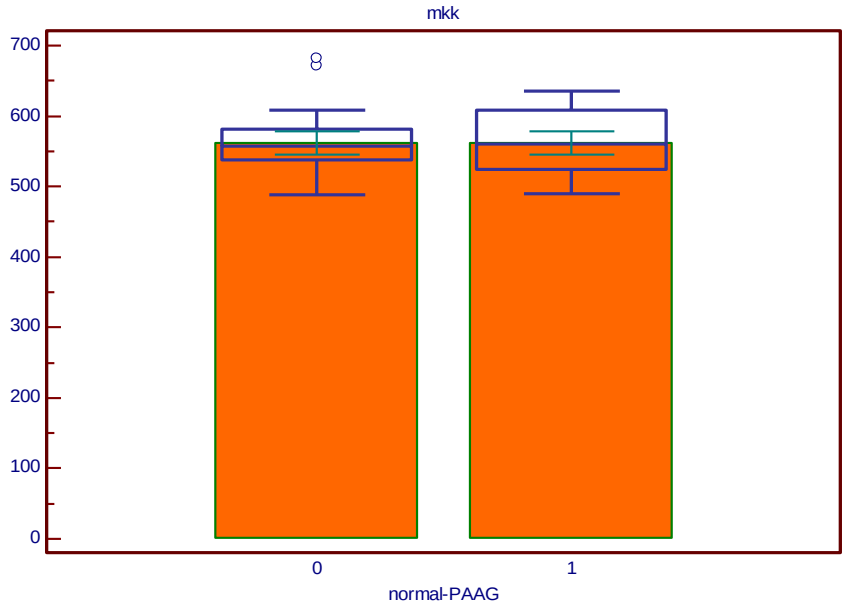
Tablo 6: Kontrol ve PAAG olgularında ortalamaların dağılımı						
	Kontrol PAAG	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	P değeri
NKT	kontrol	31	15,80	3,990	,717	0,929
	PAAG	33	15,72	3,022	,526	
DKT	kontrol	31	17,95	3,860	,693	0,912
	PAAG	33	17,85	3,296	,574	
GAT	kontrol	31	16,2903	4,14080	,74371	0,838
	PAAG	33	16,4848	3,41981	,59531	
OPA	kontrol	31	2,58	,939	,169	0,894
	PAAG	33	2,54	1,138	,198	
MKK	kontrol	31	561,7097	45,31019	8,13795	0,978
	PAAG	33	561,3939	46,12411	8,02918	
YAŞ	kontrol	31	48,9677	7,89297	1,41762	0,001
	PAAG	33	57,4848	10,51523	1,83047	

PAAG ile kontrol olgularında; iki grup ortalamalarının karşılaştırılmasında MKK (p=0,978) , NKT (p=0,929), DCT (p=0,912), GAT (p:0,838) ve OPA (p=0,894) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu . İki grup arasında yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fak vardı (**p=0,001 İndependent T test**)

Grafik1: Yaş ortalamalarının Kontrol ve PAAG gruplarında karşılaştırılması (N:64)

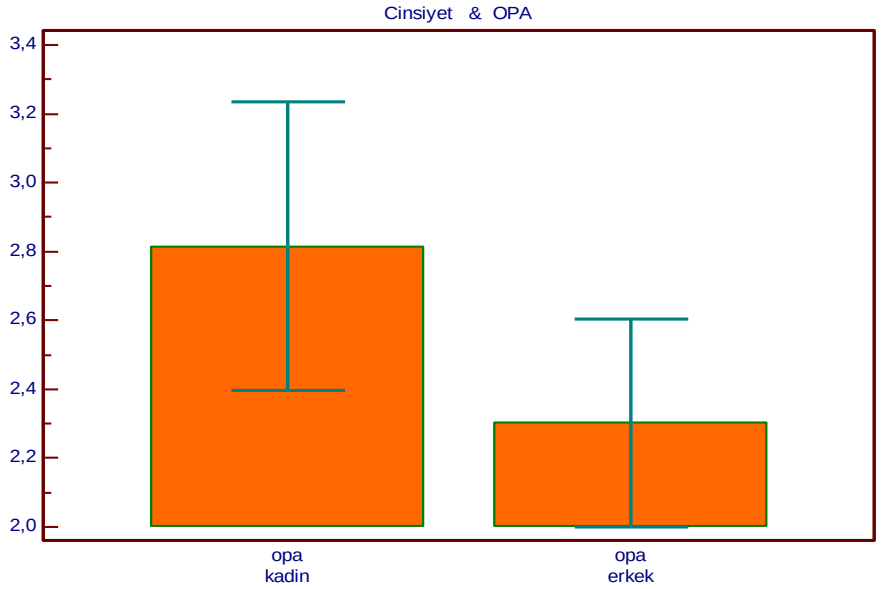


Grafik 2: MKK'nın Kontrol ve PAAG gruplarında karşılaştırılması (N:64)



Tüm olgularda; kadınlar erkekler arasında NKT, DKT , GAT, MKK ve Yaş ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmazken, OPA değerlerinde kadınlar lehine, olumlu yönde anlamlı bir istatistiksel fark vardı (t=+2,022, p=0,047)

Grafik 3: OPA ortalamalarının kadın ve erkeklerde karşılaştırılması (N:64)



Kadınlarda ortalama 2,81±1,16(0,7-5,4) , erkeklerde ortalama 2,30±0,84(1-4,6)

Tüm olgularda Pearson Korelasyon Testi ile yaş, MKK, NKT, GAT, DKTve OPA değerleri arasında korelasyon olup olmadığı incelendi. Yaş ile MKK, NKT, GAT, DKT ve OPA değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir korelasyon saptanmadı.

Merkezi kornea kalınlığı(MKK) ile NKT (p=0,000, r=0,568) ve GAT (p=0,000, r=0,50) arasında olumlu yönde, çok güçlü ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir korelasyon varken DKT (p=0,002, r=0,388) ile olumlu yönde, orta düzeyde, istatistiksel olarak çok anlamlı bir korelasyon vardı. MKK ile Oküler Puls Amplitüdü(OPA) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmadı(p=0,636).

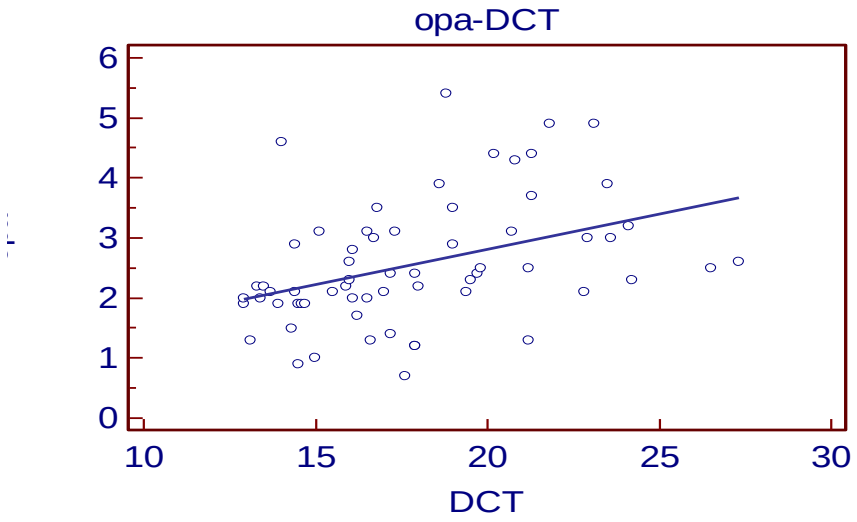
NKT, DKT ve GAT arasında olumlu yönde, çok güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptandı. En güçlü ilişki DKT ile GAT arasında görüldü(r=0,909, p=0,000), sıralama NKT ile GAT arasında (r=0,906 p=0,000) , NKT ile DKT arasında (r=0,835 p=0,000) devam etti.

OPA ile MKK(p=0,636) ve yaş (p=0,447) arasında istatistiksel anlamlı bir korelasyon saptanmadı. OPA ile NKT, DKT ve GAT arasında olumlu yönde, orta şiddette ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir korelasyon varken, en çarpıcı korelasyon OPA ile DKT arasında görüldü (r=0,401, p=0,001). GAT (R=0,370 p=0,001) ve NKT (R=0,364 p=0,001)

Tablo 7: Kontrol/PAAG gruplarında GAT/DCT/NKT'nin ikili korelasyonları

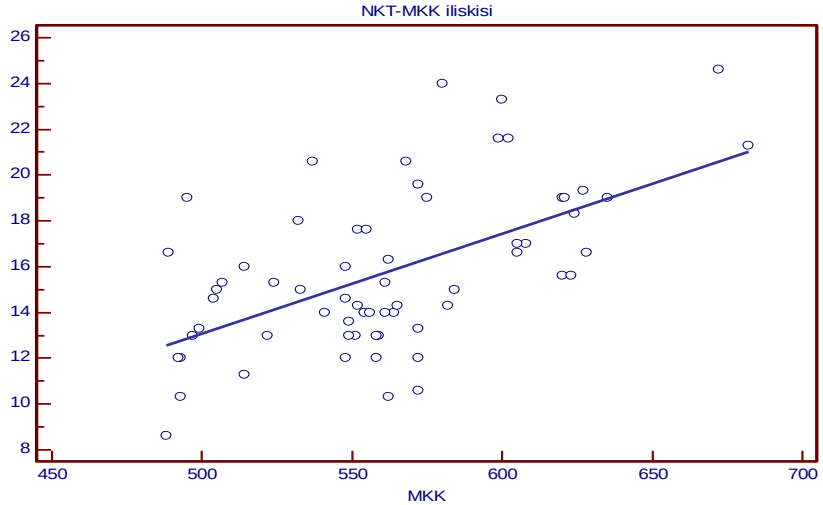
Kontrol/PAAG	GAT/DKT	GAT/NKT	DKT/NKT
Kontrol N.31	R:0,939 P<0,0001 %95 CI:0,876-0,970	R:0,878 P<0,0001 %95 CI:0,760-0,924	R:0,836 P<0,0001 %95 CI:0,685-0,918
PAAG N.33	R:0,878 P<0,0001 %95 CI: 0,744-0,932	R:0,879 P<0,0001 %95 CI:0,767-0,939	R:0,743 P<0,0001 %95 CI 0,537-0,866

Grafik 4: OPA'nın DKT ile ölçülen GİB ile ilişkisi



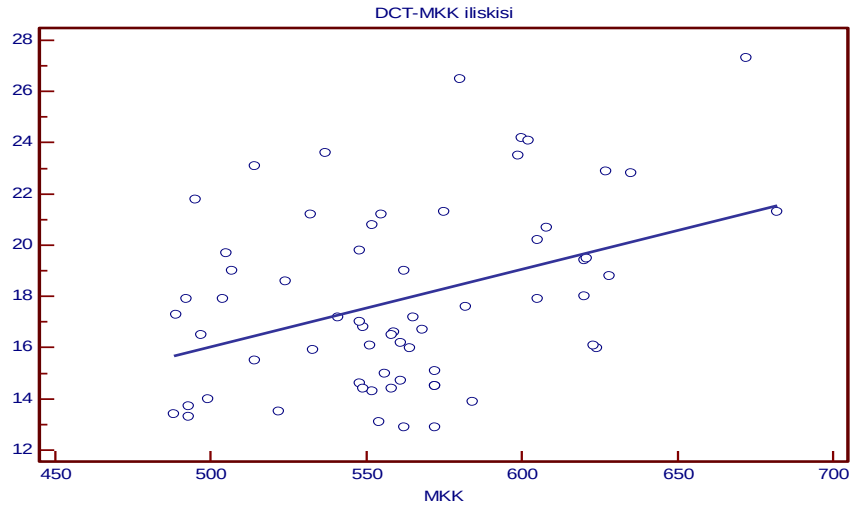
Regresyon analizlerinde, hem lineer hem de çoklu regresyon analizleriyle NKT, DCT, GAT ve OPA'nın MKK, yaş, Kontrol-PAAG varlığı ve cinsiyet bağımsız değişkenleriyle ilişkileri incelendi.

Grafik 5: NKT ile ölçülen GİB'in MKK ile ilişkisi



NKT 'nın lineer regresyonda yaş, cinsiyet ve Kontrol-PAAG varlığından istatistiksel olarak anlamlı etkilenmediği görüldü (sırasıyla p=0,312, p=0,440,p=0,929). NKT ile MKK arasında olumlu yönde çok kuvvetli ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir ilişki saptandı (F=29,55,p=0,000), Çoklu regresyon analizinde de benzer olarak sadece MKK ile güçlü ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir ilişki saptandı (R=0,568, p<0,001)

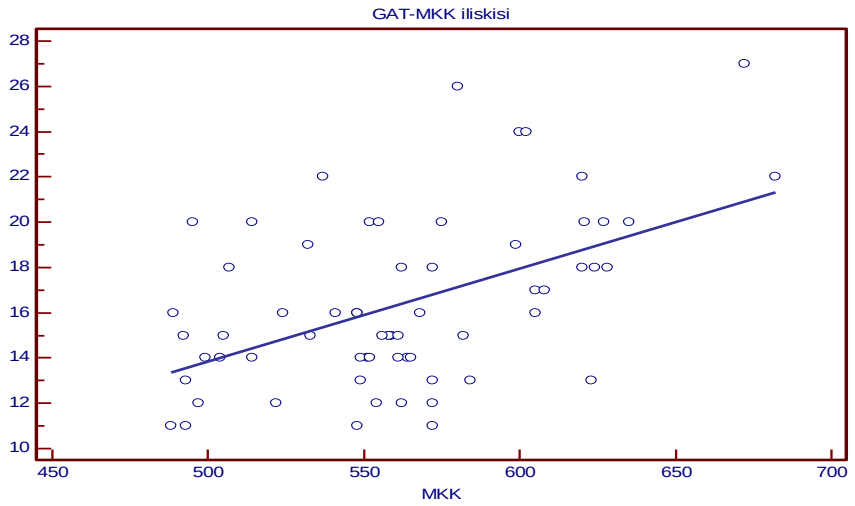
Grafik 6: DKT ile ölçülen GİB'in MKK ile ilişkisi



DKT'nin lineer regresyon analizlerinde yaş, cinsiyet ve Kontrol-PAAG varlığından istatistiksel olarak anlamlı etkilenmediği görüldü (sırasıyla p=0,995, p=0,423, p=0,912), DCT ile MKK arasında olumlu yönde, orta şiddette ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görüldü(F=10,95, p=0,002), Çoklu regresyon analizlerinde benzer olarak sadece MKK ile

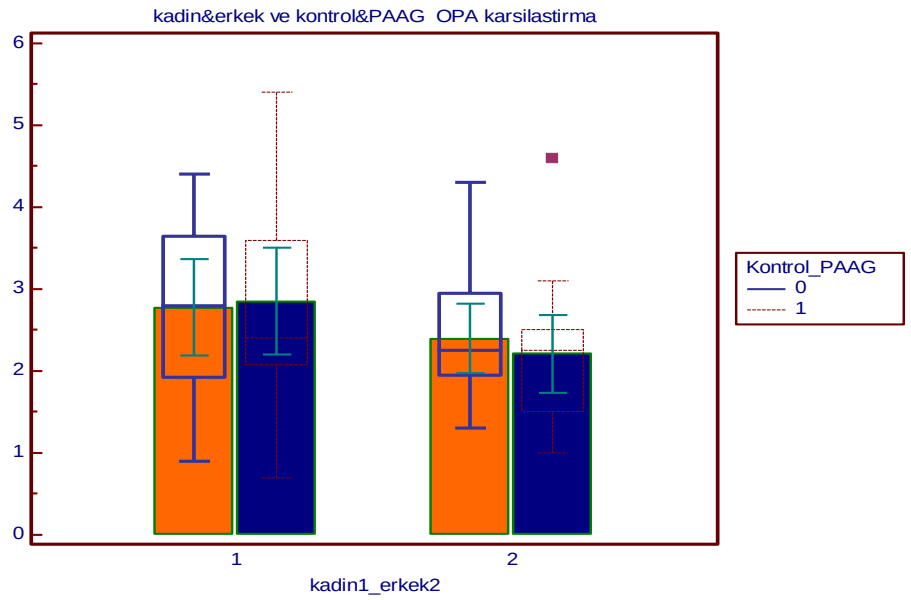
olumlu yönde, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görüldü (R=0,388, p=0,002).

Grafik 7: GAT ile ölçülen GİB'in MKK ile ilişkisi



GAT'ın lineer regresyon analizlerinde yaş, cinsiyet ve Kontrol-PAAG varlığından istatatistiksel olarak anlamlı etkilenmediği görüldü (sırasıyla p=0,830, p=0,221,p=0,838). GAT ile MKK arasında olumlu yönde, güçlü ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir ilişki olduğu görüldü(F=20,10, p<0,001). Çoklu regresyon analizlerinde benzer olarak sadece MKK ile olumlu yönde, güçlü ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir ilişki olduğu görüldü (R=0,495, p<0,001).

Grafik 8: Cinsiyete göre OPA ortalamalarının Kontrol ve PAAG gruplarında karşılaştırılması



OPA'nın lineer regresyon analizlerinde; yaş, MKK, Kontrol-PAAG varlığından istatistiksel olarak anlamlı etkilenmediği görüldü (sırasıyla P=0,447, p=0,636, p=0,894). OPA'nın cinsiyetten kadınlar lehine olumlu yönde, zayıf düzeyde, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisi görüldü(F=4,08, p=0,047). Benzer olarak çoklu regresyon analizlerinde sadece cinsiyetle arasında, kadınlar lehine zayıf kuvvette, istatistiksel çok anlamlı bir ilişki görüldü (R=0,249, p=0,001).

Merkezi Kornea Kalınlığı(MKK) 520µ altında olanlar '**ince**' , 520-580µ arasında olanlar '**orta**' ve 580µ 'un üzerindeki kornealar '**kalın**' olarak tüm gözler 3 gruba ayrıldıktan sonra NKT, GAT, DCT ve OPA değerleri tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı, OPA'nın 3 grup arasında istatistiksel olarak farklı olmadığı görüldü(p=0,245), NKT, DKT ve GAT 'ın 3 grup arasında istatistiksel olarak çok anlamlı bir fark olduğu görüldü. Bu fark en belirgin olarak NKT (f=12,258, p=0,000) ölçümlerinde, daha sonra GAT (f=7,871, p=0,001) ve en son DKT (f=6,368, p=0,003) ölçümlerinde saptandı(**one way ANOVA test**). Bu faklılığın hangi gruptan kaynaklandığını bulmak için Student T test yapıldı.

İnce ve orta MMK'li kornealarda yapılan GİB ölçümlerinde, DKT, NKT ve GAT ölçümlerinde iki grup arasında istatistiksel bir fark saptanmadı. DKT (p=0,814), NKT (p=0,152), GAT (p=0,514)

Tablo 8: İnce ve Orta MKK'li gözlerde GİB ortalamaları

	MKK	N	Ortalama	Std. Sapma	Std.Hata Ort.	P Değeri
DKT	ince	13	17,16	3,188	,884	0,814
	orta	33	16,91	3,228	,562	
NKT	ince	13	13,62	2,836	,787	0,152
	orta	33	15,06	3,090	,538	
GAT	ince	13	14,8462	2,99572	,83086	0,154
	orta	33	15,5455	3,33627	,58077	

İnce ve Kalın MKK'li kornealarda yapılan DKT, NKT ve GAT ölçümlerinde iki grup arasında istatiastiksel çok anlamlı fark saptandı. DKT (P=0,017), NKT (p=0,000) ve GAT (p=0,002)

Tablo 9: İnce ve Kalın MKK'li gözlerde GİB ortalamaları						
	MKK	N	Ortalama	Std. Sapma	. Std. Hata Ort	P Değeri
DKT	ince	13	17,16	3,188	,884	0,017
	kalın	18	20,23	3,448	,813	
NKT	ince	13	13,62	2,836	,787	0,000
	kalın	18	18,59	2,941	,693	
GAT	ince	13	14,8462	2,99572	,83086	0,002
	kalın	18	19,0556	3,78032	,89103	

Orta ve Kalın MKK'li kornealarda yapılan DKT, NKT ve GAT ölçümlerinde iki grup arasında istatistiksel olarak çok anlamlı bir fark saptandı. DKT (p=0,001), NKT (p=0,000) ve GAT (0,001)

Tablo 10: Orta ve Kalın MKK'li gözlerde GİB ortalamaları						
	MKK	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	P Değeri
DKT	orta	33	16,91	3,228	,562	0,001
	kalın	18	20,23	3,448	,813	
NKT	orta	33	15,06	3,090	,538	0,000
	kalın	18	18,59	2,941	,693	
GAT	orta	33	15,5455	3,33627	,58077	0,001
	kalın	18	19,0556	3,78032	,89103	

Bu analizler sonucunda **MKK'si >580µ olan grup**, GİB ölçümlerinde DKT, NKT ve GAT değerlerinin bu 3 grup arasındaki farkı yaratan grup olduğu görüldü.

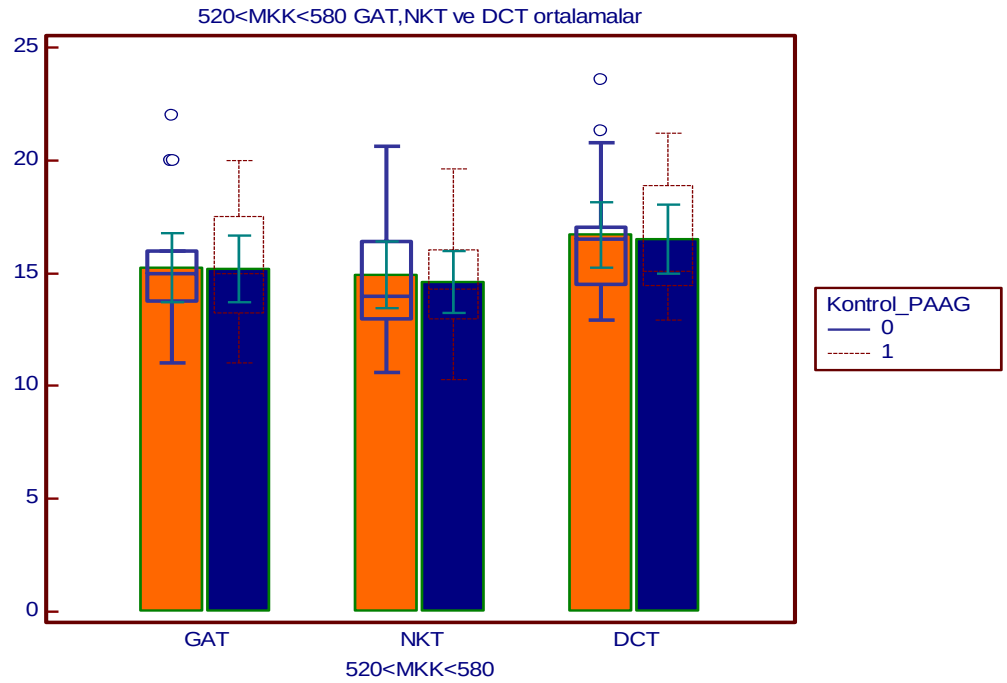
Normal ve PAAG'lu olgularda MKK ya göre ince ,orta ve kalın olarak gruplara ayrıldığında , NKT, GAT ve OPA ölçümlerinin tüm MKK gruplarında Kontrol ve PAAG'lu olgularda istatistiksel anlamlı bir fark görülmezken, Kalın MKK grubunda DKT ile yapılan ölçümlerin kontrol ve PAAG olgularında istatistiksel anlamlı fark olduğu görüldü(p=0,033). DKT ile İnce ve Orta MKK'li kontrol ve PAAG olgularında gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı(**Mann Whitney U Test**).

Tablo 11: Kontrol ve PAAG gruplarıyla MKK' nin ince, orta ve kalın gruplarının çapraz dağılımı

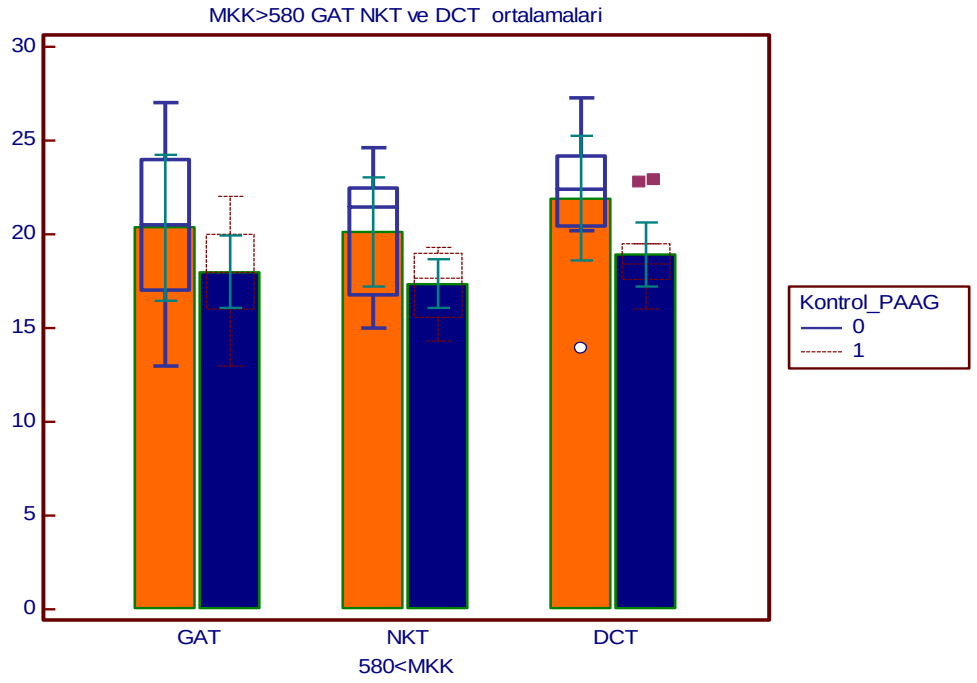
			MKK			
			ince	orta	kalın	Total
Kontrol/PAAG	Kontrol	N:	6	17	8	31
		% total	19,4%	54,8%	25,8%	100,0%
	PAAG	N:	7	16	10	33
		% total	21,2%	48,5%	30,3%	100,0%
	Total	N:	13	33	18	64
		% total	20,3%	51,6%	28,1%	100,0%

Pearson Ki-Kare testi, Kontrol ve PAAG olgularında MKK'ye göre dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (**p=0,875**)

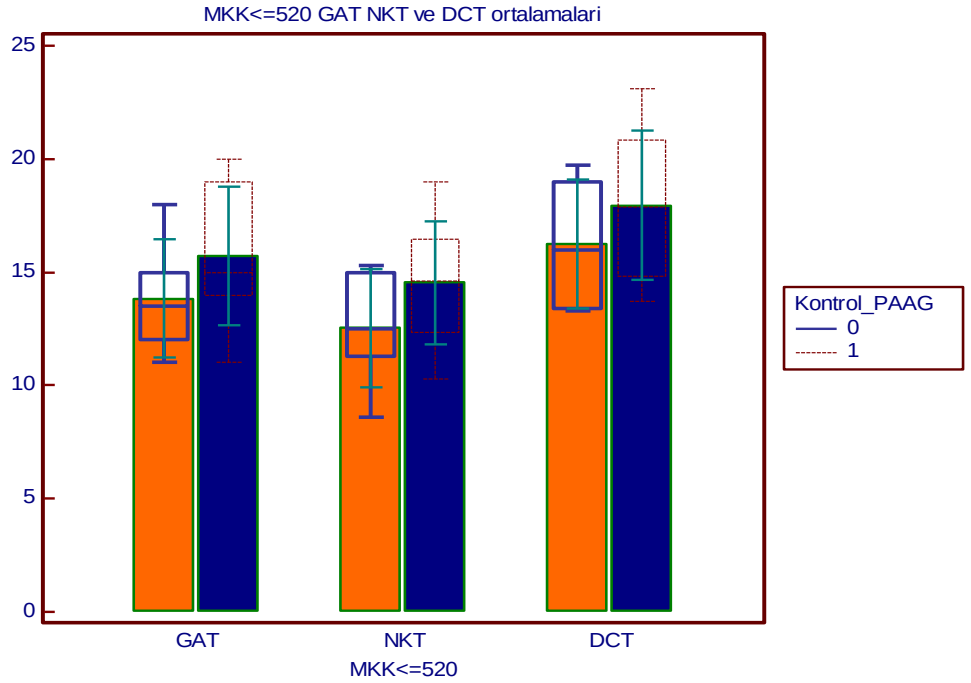
Grafik 9: MKK 520-580 µ olan gözlerde, Kontrol ve PAAG gruplarında NKT, DKT ve GAT ortalamaları (N:33)



Grafik 10: MKK >580 µ olan gözlerde, Kontrol ve PAAG gruplarında NKT, DKT ve GAT ortalamaları (N:18)



Grafik 11: MKK <520 µ olan gözlerde, Kontrol ve PAAG gruplarında NKT, DKT ve GAT ortalamaları (N:13)

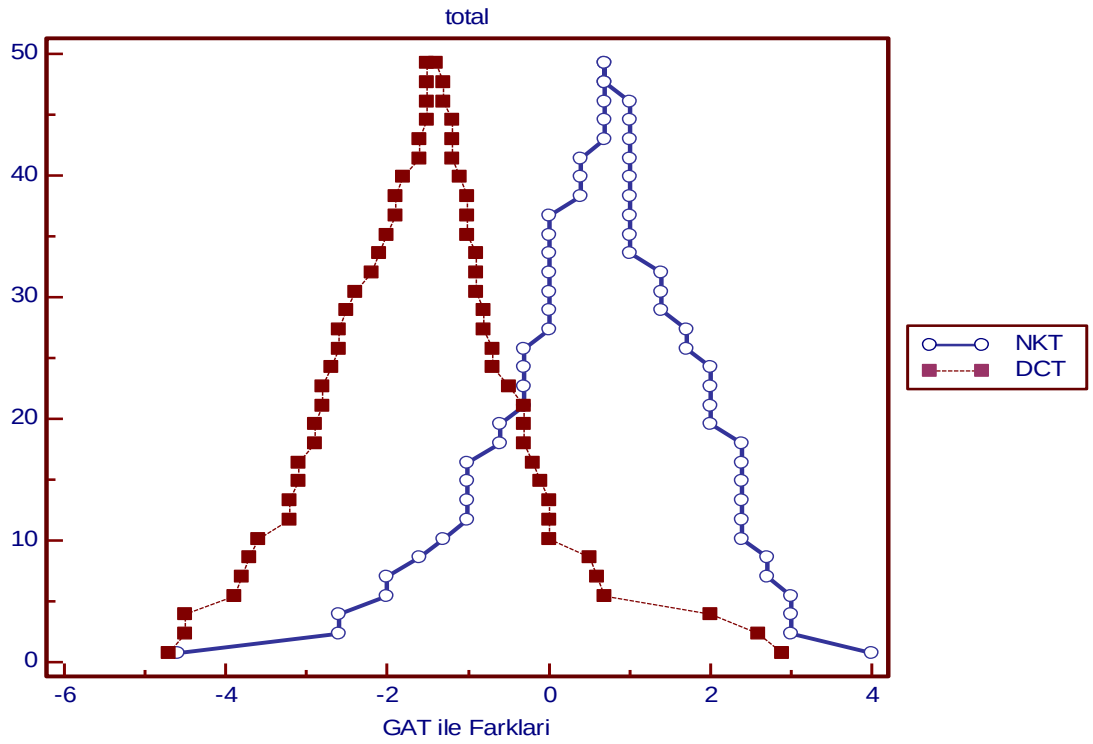


METOTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Montain plot ve Bland - Altman Plot analizleriye üçlü ve ikili olarak Metot karşılaştırmaları yapıldı. Goldman Aplanasyon Tonometresi(GAT) altın standart olarak referans GİB ölçüm metodu olarak kabul edildi. Her üç yöntemle GİB ölçümünde güvenilirlik aralıkları (alt ve üst limitleri), ortalama sapmaları hesaplandı. (Method Comparison, Bland and Altman Plot, Montain Plot. MedCalc)

Grafik 12: Tüm olgularda GAT, NKT ve DKT metotlarının karşılaştırılması

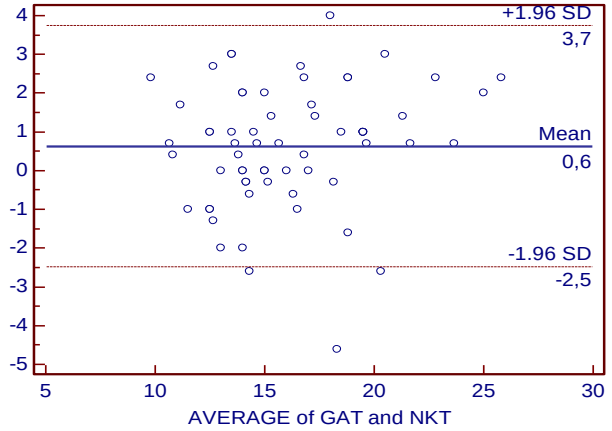
Mountain Plot (N:64)



GAT ile NKT arasında en alt ve üst değeler -4,6 ile +4,0 mmHg arasında olup median değer +0,7 mmHg olarak hesaplandı. %95 güvenilirlik alığında GAT'ın NKT'den ortalama olarak 0,7 mmHg yüksek ölçüm yaptığı görüldü.

GAT ile DKT arasında en alt ve üst değeler -4,7 ile +2,9 mmHg arasında olup median değer -1,45 mmHg olarak hesaplandı. %95 güvenilirlik alığında GAT'ın DKT'den ortalama olarak 1,45 mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü.

Grafik 13: GAT ile NKT metotlarının karşılaştırılması (N:64) Bland and Altman Plot

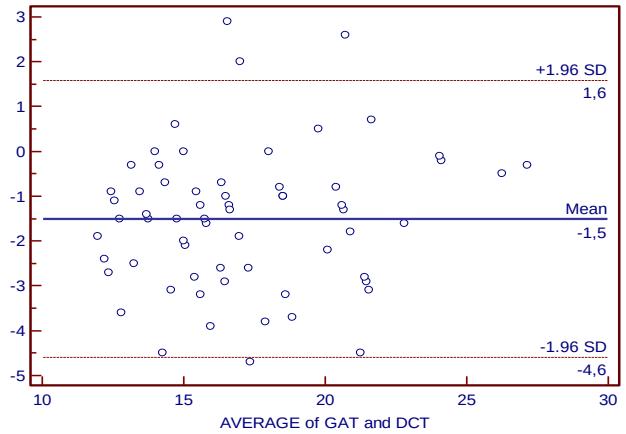


Aritmetik ortalama = 0,6312 95% CI=0,23 to 1,03 Standart sapma =1,59

alt limit=-2,48 95% CI =-3,17 to -1,80 üst limit =3,74 95% CI=3,06 to 4,43

GAT'ın %95 CI'de ort. 0,63 mmHg yüksek ölçme eğiliminde olduğu görüldü.

Grafik 14: GAT ile DKT metotlarının karşılaştırılması (N:64) Bland and Altman Plot

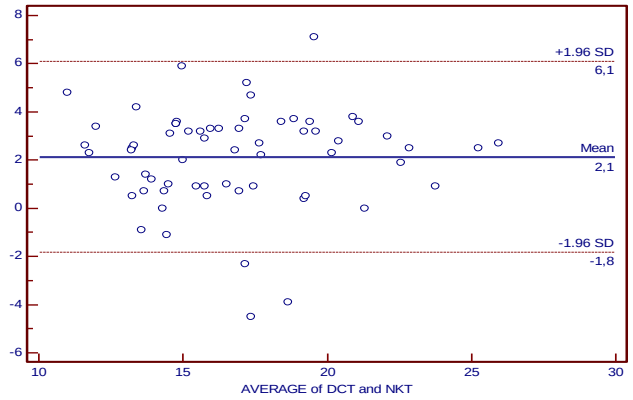


Aritmetik ortalama=-1,51 95% CI=-1,90 ile -1,11 Standart sapma=1,57

Alt limit =-4,59 95% CI=-5,26 ile -3,91 Üst limit=1,58 95% CI=0,90 ile 2,25

GAT'ın DKT'den %95 CI'de ortalama 1,51 mmHg düşük ölçme eğiliminde olduğu görüldü.

Grafik 15: DKT ile NKT metotlarının karşılaştırılması (N:64) Bland and Altman Plot

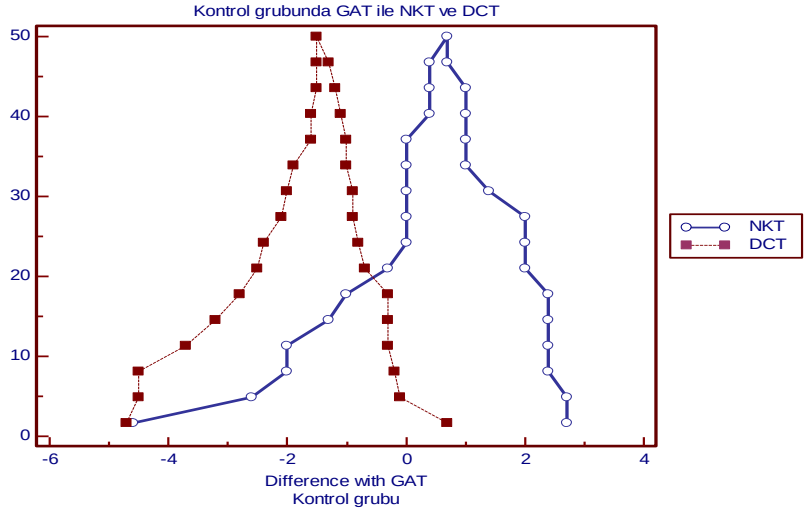


Aritmetik ortalama=2,14 95% CI=1,63 ile 2,64 Standart sapma=2,02

Alt limit=-1,83 95% CI=-2,69 ile -0,96 Üst limit= 6,10 95% CI=5,23 ile 6,97

DKT'nin NKT %95 CI 'de ort: 2,14 mmHg yüksek ölçme eğiliminde olduğu görüldü.

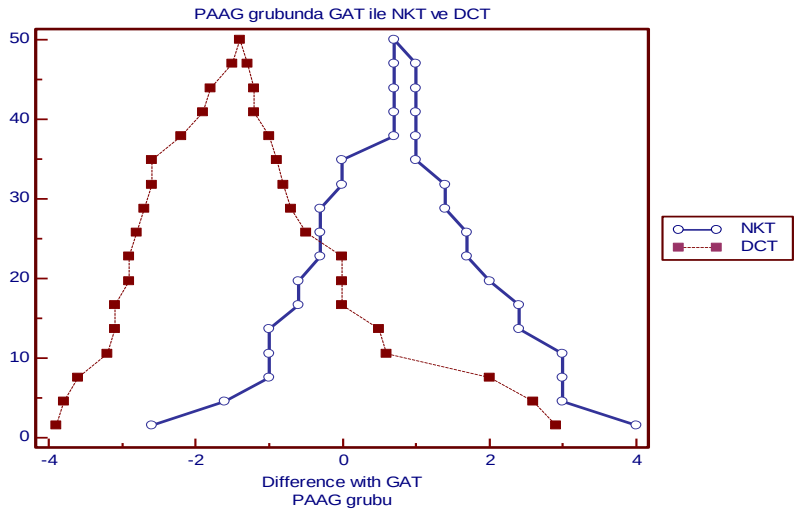
Grafik 16: Kontrol grubunda GAT, NKT ve DKT metotlarının karşılaştırılması (N=31) Mountain Plot



Kontrol Grubunda GAT ile NKT arasında en alt ve üst değeler -4,6 ile +2,7 mmHg arasında olup median değer +0,7 mmHg olarak hesaplandı. %95 güvenilirlik alığında GAT'ın NKT'den ortalama olarak 0,7 mmHg yüksek ölçüm yaptığı görüldü.

Kontrol Grubunda GAT ile DKT arasında en alt ve üst değeler -4,7 ile +0,7 mmHg arasında olup median değer -1,5 mmHg olarak hesaplandı. %95 güvenilirlik alığında GAT'ın DKT'den ortalama olarak 1,5 mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü.

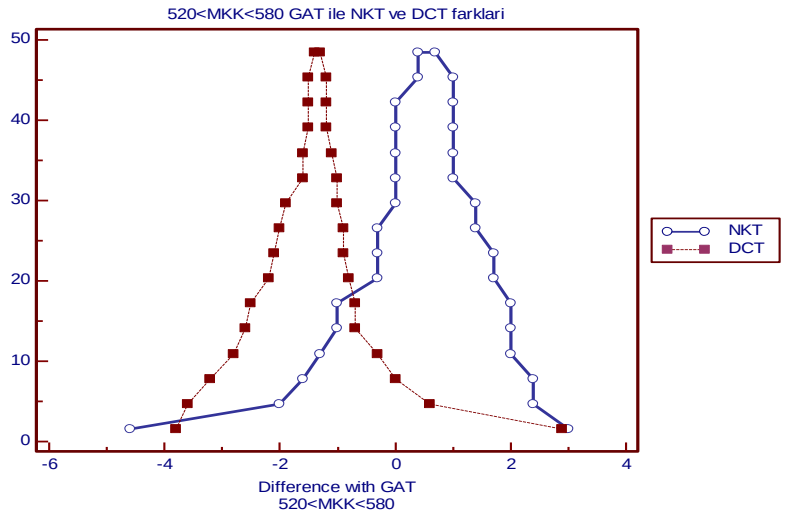
Grafik 17: PAAG grubunda GAT, NKT ve DKT metotlarının karşılaştırılması (N=33) Mountain Plot



PAAG grubunda GAT ile NKT arasında en alt ve üst değeler -2,6 ile +4,0 mmHg arasında olup median değer +0,7 mmHg olarak hesaplandı. %95 güvenilirlik alığında GAT'ın NKT'den ortalama olarak 0,7 mmHg yüksek ölçüm yaptığı görüldü.
PAAG grubunda GAT ile DKT arasında en alt ve üst değeler -3,9 ile +2,9 mmHg arasında olup median değer -1,4 mmHg olarak hesaplandı. %95 güvenilirlik alığında GAT'ın DKT'den ortalama olarak 1,4 mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü.

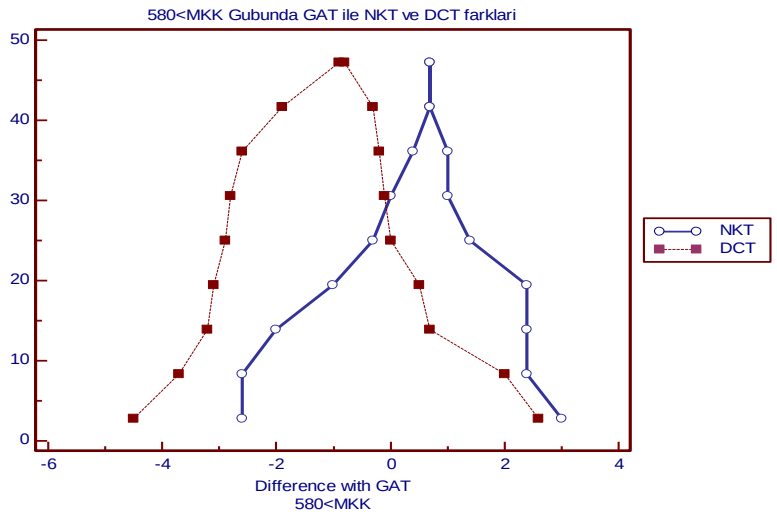
Merkezi Kornea Kalınlığı(MKK); **ince** (MKK<520µ) , **orta** (520µ<MKK<580µ) ve **kalın** (MKK≥580µ) 3 gruba ayrıldığında, GAT, NKT ve DKT metotlarının Mountain Plot analiziyle karşılaştırılması yapılarak, güvenilirlik aralıkları ve ortalama ölçüm farkları hesaplandı.

Grafik 18: MKK'nin 520-580µ olduğu gözlerde GAT'ın NKT ve DKT ile ilişkisi (N:33) Mountain Plot



MKK'nın 520-580µ arasında olduğu grupta GAT 'ın NKT ile arasında en alt ve üst değerler -4,6 ile +3,00 arasında olup Median değer 0,6 mmHg olup, %95 güven aralığında GAT'ın ortalama olarak NKT'den 0,6 mmHg yüksek ölçüm yaptığı görüldü.
MKK'nın 520-580µ arasında olduğu grupta GAT 'ın DKT ile arasında en alt ve üst değerler -3,8 ile +2,90 arasında olup Median değer -1,35 mmHg olup, %95 güven aralığında GAT'ın ortalama olarak DKT'den 1,35 mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü.

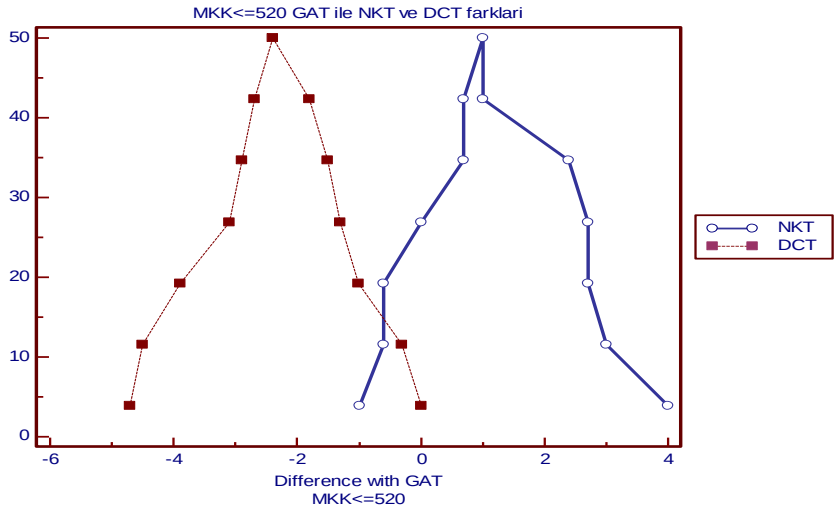
Grafik 19: MKK>580µ olduğu gözlerde GAT'ın NKT ve DKT ile ilişkisi (N:18) Mountain Plot



MKK'nın 580µ'dan büyük olduğu grupta GAT 'ın NKT ile arasında en alt ve üst değerler -2,6 ile +3,00 arasında olup, Median değer 0,7 mmHg olup %95 güven aralığında GAT'ın ortalama olarak NKT'den 0,7 mmHg yüksek ölçüm yaptığı görüldü.

MKK'nın 580µ'dan büyük olduğu grupta GAT 'ın DKT ile arasında en alt ve üst değerler -4,5 ile +2,60 arasında olup, Median değer -0,85 mmHg olup %95 güven aralığında GAT'ın ortalama olarak DKT'den 0,85 mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü.

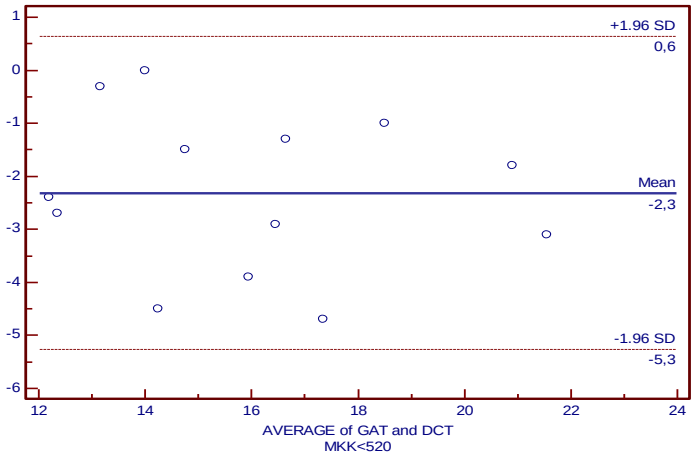
Grafik 20: MKK<520µ olduğu gözlerde GAT'ın NKT ve DKT ile ilişkisi (N:13) Mountain Plot



MKK'nın 520µ'dan küçük olduğu grupta GAT 'ın NKT arasında en alt ve üst değerler -1,6 ile +4,00 arasında olup, Median değer 1,0 mmHg olup %95 güven aralığında GAT'ın ortalama olarak NKT'den 1,0 mmHg yüksek ölçüm yaptığı görüldü.

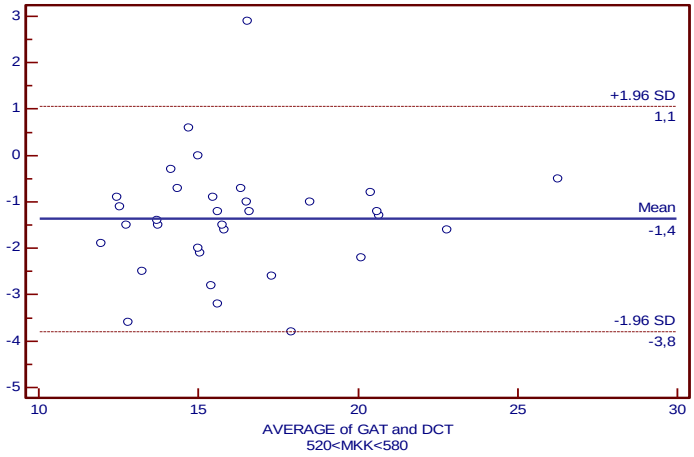
MKK'nın 520µ'dan küçük olduğu grupta GAT 'ın DKT arasında en alt ve üst değerler -4,7 ile 0,00 arasında olup, Median değer -2,4 mmHg olup %95 güven aralığında GAT'ın ortalama olarak DKT'den 2,4 mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü.

Gafik 21: GAT ile DKT farkının MKK<520µ olduğu grupta kaşılaştırılması N = 13 Bland and Altman plot



Aritmetik ortalama = -2,31±1,50 95% CI = -3,22 ile -1,40

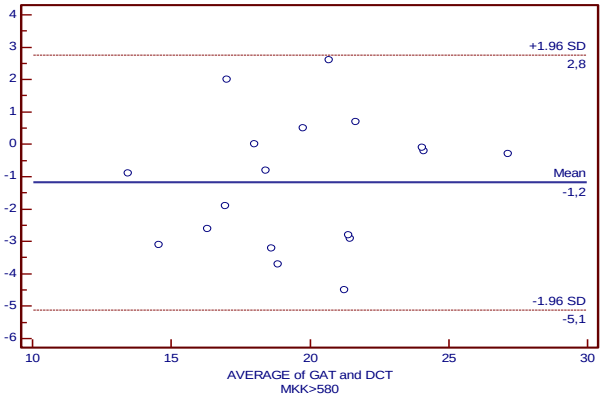
Grafik 22:GAT ile DKT farkının MKK'nin520-580 µ olduğu grupta kaşılaştırılması (N = 33) Bland and Altman plot



Aritmetik ortalama = -1,36±1,24 95% CI = -1,80 ile -0,93

Grafik 23: GAT ile DKT'nin MKK>580µ olan grupta karşılaştırılması (N:18)

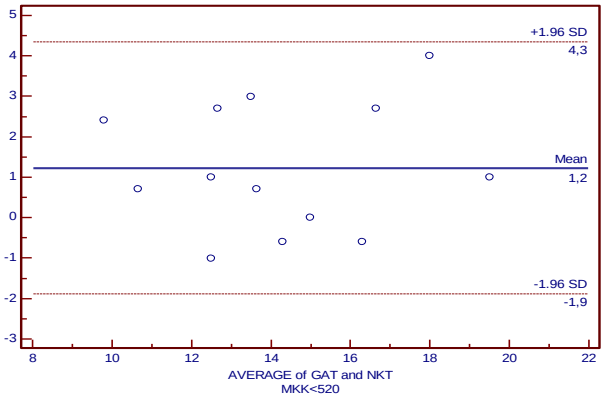
Bland and Altman Plot



Aritmetik ortalama = -1,17±2,00 95% CI = -2,7 ile -0,18

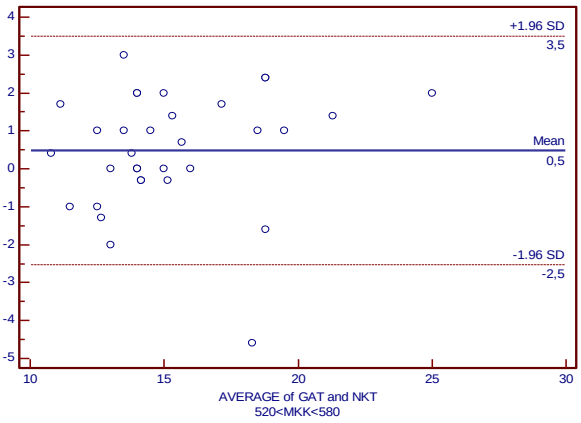
Grafik 24: GAT ile NKT Farkının MKK<520µ olduğu grupta karşılaştırılması (N:13)

Bland and Altman Plot



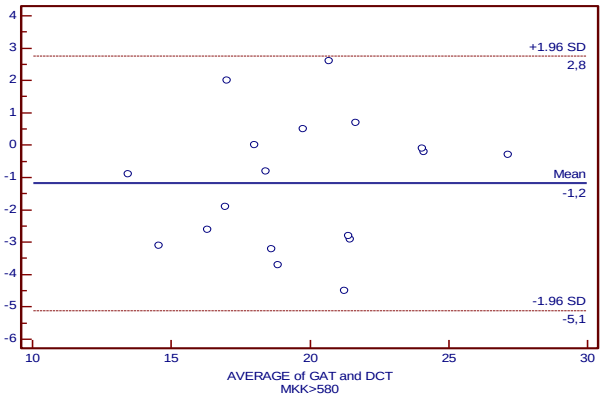
Aritmetik ortalama = 1,23±1,59 95% CI = 0,26 ile 2,19

Grafik 25:GAT ile NKT farkının MKK'nin520-580 µ olduğu grupta kaşılaştırılması (N = 33) Bland and Altman plot



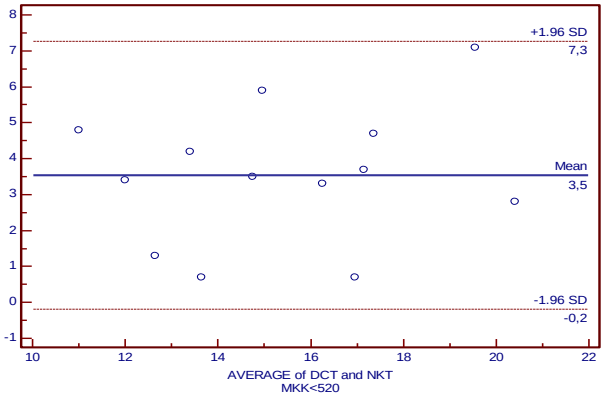
Aritmetik ortalama = 0,49±1,54 95% CI = 0,06 ile 1,03

Grafik 26: GAT ile NKT'nin MKK>580µ olan grupta karşılaştırılması (N:18) Bland and Altman Plot



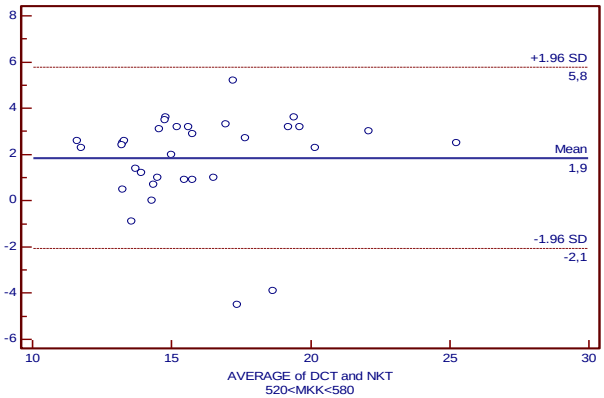
Aritmetik ortalama = 0,46±1,66 95% CI = -0,32 ile 1,29

Grafik 27: DKT ile NKT Farkının MKK<520µ olduğu grupta karşılaştırılması (N:13) Bland and Altman Plot



Aritmetik ortalama = 3,54±1,90 95% CI = 2,39 ile 4,70

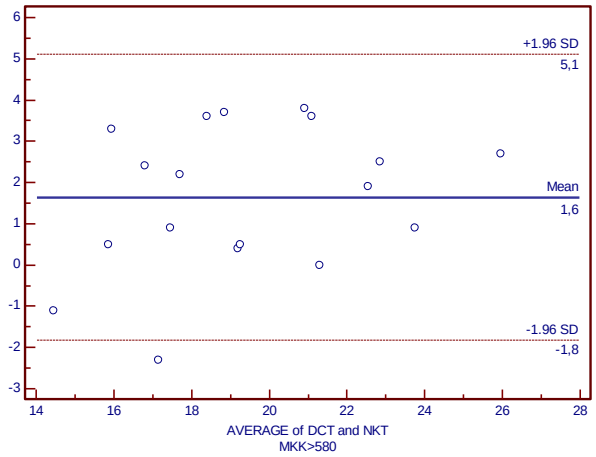
Grafik 28:DKT ile NKT farkının MKK'nin520-580 µ olduğu grupta kaşılaştırılması (N = 33) Bland and Altman plot



Aritmetik ortalama = 1,85±2,00 95% CI = 1,14 ile 2,56

Grafik 29: DKT ile NKT'nin MKK>580µ olan grupta karşılaştırılması (N:18)

Bland and Altman Plot



Aritmetik ortalama = 1,69±1,77 95% CI = 0,76 ile 2,52

Tablo 12: Metotların farklarının ince, orta ve kalın MKK'li gruplarda karşılaştırılması

Farkların ort. Std. Sapma	MKK<520	520<MKK<580	MKK>580	total
GAT-DKT fark ort. %95 CI	-2,31±1,50 -3,22 ile -1,40	-1,36±1,24 -1,80 ile -0,93	-1,17±2,00 -2,70 ile -0,18	-1,51±1,57 -1,90 ile -1,11
GAT-NKT fark ort. %95 CI	1,23±1,59 0,26 ile 2,19	0,49±1,54 0,06 ile 1,03	0,46±1,66 -0,32 ile 1,29	0,63±1,55 0,23 ile 1,03
DKT-NKT fark ort. %95 CI	3,54±1,90 2,39 ile 4,70	1,85±2,00 1,14 ile 2,56	1,69±1,77 0,76 ile 2,52	2,14±2,02 1,63 ile 2,64

4.TARTIŞMA

Glokom, dünya üzerindeki geri dönüşümsüz körlüklerin ikinci nedeni, büyük bir sosyal ve ekonomik boyutu olan ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Optik sinir başında kendine has ilerleyici çukurlaşma, retina gangliyon hücrelerinde dejenerasyonla kendini görme alanında kayıplarla gösteren, tedavi edilmediği takdirde körlükle sonuçlanan, kronik, çok faktörlü bir optik nöropatidir. GİB yüksekliği bilinen en önemli ve kanıtlanmış tek tedavi değiştirilebilen tek risk faktörüdür. Glokomun tanısında ve tedavinin takibinde çok önemli bir parametre olmakla beraber, tanı koymada ve tedavinin yeterliliğini değerlendirmede tek başına yeterli değildir. Glokomatöz hasar; tipik olarak optik sinir başındaki aksoplasmik akımın bozularak gangliyon hücrelerinde iskemik harabiyetle görme alanı defektleri oluşturmaktadır. Gözdibinde yapılan aksoplazmik akım çalışmalarında en fazla akımın optik sinir başında olduğu ve aynı şekilde GİB yükselmelerinin en kolay optik disk üzerinden geçen aksonları etkilediği gösterilmiştir(128).

GİB yüksekliği glokomatöz hasar mekanizmalarının temelini oluşturmaktadır. Glokomatöz optik nöropatinin gelişiminde iki hipotez ortaya çıkmıştır: mekanik ve iskemik teoriler. Mekanik teori, retinal gangliyon hücrelerinin ölümü ile sonuçlanan lamina kribroza tabakasının bozulması ve aksoplazmik akımda bir kesilme ile birlikte olan anterior aksonal liflerin ve destek yapıların direkt olarak sıkışmasının önemini vurgular. İskemik teori, optik sinir perfüzyonun azalmasından dolayı intranöral iskeminin potansiyel gelişimine odaklanır. Bu perfüzyon GİB'nın siniri besleyen kan damarı üzerindeki baskıdan veya optik sinirin intrinsik süreçlerinden kaynaklanabilir. Vasküler otoregülasyonun bozulması perfüzyonunun azalmasına ve böylece sinir hasarına katkıda bulunur.

İntraoküler basınçtan ve kan basıncı değişikliklerinden bağımsız olarak sabit bir kan akışı sağlayabilmek için sinir lifi damarları normalde tonuslarını arttırır veya azaltır. Vasküler otoregulasyondaki bir bozukluk GİB artışından dolayı optik sinir kan akımında azalma ile sonuçlanabilir. Buna alternatif olarak, normal bir GİB seviyesinde olsa bile sistemik hidrodinamiklerdeki değişiklikler pefüzyonda azalma ile sonuçlanabilir. Böyle bir hipotetik düzensizlik, örneğin anormal damarlar veya dolaşımda bulunan vazoaktif maddeler ile ilişkili olabilir.

Glokomatöz optik nöropati hakkındaki güncel düşünceler, muhtemelen hem vasküler hem de mekanik faktörlerin hasara katkısı olduğu ileri sürülmektedir. Glokomlar heterojen hastalıklar ailesi gibidir ve glokomatöz nöropatide görülen gangliyon sinir kaybına birçok faktör aracı olmaktadır. Aktif araştırmalar eksitotoksisite, apoptoz, nörotrofin yoksunluğu, iskemi ve

otoimmünite gibi bazı süreçlerin de glokomatöz optik nöropati gelişiminde potansiyel rollerini araştırmaktadır. (95,128,129)

GİB'in glokomda önemli bir risk faktörü olduğu ve GİB'in tedavi ile düşürülmesinin glokom progresyonunu yavaşlattığı ortaya konmuştur. Tüm bunlara karşın GİB'in glokom tanısı için vermiş olduğu fikir kısıtlıdır, zaman zaman da yanıltıcı olabilmektedir. GİB'i yüksek olup diğer muayene bulguları ve tetkiklerinde glokoma ait bulgu saptanmayan hastalar olduğu gibi GİB'i normal sınırlar içinde olduğu halde tetkikler sonucunda gözlerinde glokoma ait hasar saptanan hastalar da vardır.

Normal basınçlı glokom terimi, GİB'in diurnal testlerde 21mmHg veya altında çıkması, glokoma ait optik disk hasarı ve görme alanı kaybı olması, gonyoskopide drenaj açısının açık olması ve glokomatöz optik disk hasarı için ikincil sebeplerin bulunmayışı durumunu tarif eder (130).

Beaver Dam Eye Study grubunun çalışmalarına göre 43-54 yaşları arasında %0.2 olan prevalans, 75 yaşında %1.6'ya çıkar. (131)

Oküler hipertansiyon terimi ise, ardı ardına iki muayenede, glokoma ait optik disk başı değişiklikleri veya görme alanı kaybı olmamasına rağmen, GİB'in 21 mmHg 'nın üzerinde bulunması hallerinde kullanılmaktadır. (132)

Yapılan bazı çalışmalarda oküler hipertansiyonlu hastalarda 5 yıl içinde glokom gelişme riski %3 iken, 20 yılda bu risk %34 olarak değerlendirilmiştir. (133)

"Oküler hipertansiyon" ve "normotansif glokom" terimleri ancak ölçülen değerlerin güvenilir olması durumunda başvurulabilecek kavramlardır. Halbuki en önemli sorunlardan biri elde ettiğimiz ölçümlerin göze ait gerçek basıncı yansıtıp yansıtmamasıdır. Bununla ilgili ilk sorun korneanın kalınlığıdır. Goldmann, GAT tanıtımını yaparken GAT ile GİB ölçüm değerlerini etkileyecek hata kaynaklarının olabileceğinden bahsetmiştir. 1957 yılında Goldmann ve Schmidt MKK ile GAT arasında bir ilişkinin varlığını ve 500 µm'nin altında veya üstünde MKK değerlerinin yanlış GİB ölçümüne neden olacağını bildirmiştir (134). 1975 yılında Ehlers ve ark. (135) katarakt ameliyatı sırasında 29 hastanın gözünü kanüle ederek manometrik GİB ölçümü yaparak GAT ile en doğru GİB ölçümünün MKK 520 µm iken yapıldığını tesbit etmiştir. MKK'nın 520 µm'dan farklı olduğu olgularda GİB'in düzeltilmesi gerektiğini, her 70 µm fazla kalınlık için GİB'in 5 mmHg daha yüksek, 70 µm ince kalınlık için GİB'in 5 mmHg daha düşük ölçüldüğünü hesaplamıştır.

Benzer sonuçlar Whitacre ve ark. (136) tarafından da yayınlanmış ve 520 µm'den daha ince kornealarda GİB'in normalden daha düşük ölçüldüğünü, daha kalın kornealarda daha yüksek ölçüldüğünü, 100 µm fark için 2.5 mmHg düzeltme gerektiğini bildirmişlerdir.

Dought ve Zaman (137) bu konuda yayınlanan 300 makalenin meta analizini yaparak, MKK'nın 545 µm olduğunu ve bu değerden farklı her 50 µm fark için 3.33 mmHg düzeltme gerektiğini rapor etmiştir.
OHT çalışmasında (138), MKK oküler hipertansiyonlu olgularda glokom gelişimi için güçlü bir uyaran faktör olarak vurgulanmış; MKK'sı 555 µm'den daha ince olan gözlerde, 588 µm ve üstü olan gözlere göre glokom gelişme riskinin 3 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. (139).
Goldman aplanasyon tonometresi(GAT), günümüzde altın standart olmasına rağmen sahip olduğu handikaplar göz ardı edilemez. 1957 da klinik kullanıma girdikten sonra tanımlanmış pek çok hata kaynağı olması referans tonometre olmasını değiştirmemiş fakat pek çok bilim insanı için daha ideal, dış faktörlerden (temas ettiği kornea parametrelerinden özellikle de MKK'den) minimum etkilenen ve klinik kullanımı daha pratik tonometre geliştirilmesi yönünde motive etmiştir. Aplanasyon prensibiyle çalışan fakat korneaya temas ihtiyacı duymayan, aplanasyon için gerekli kuvveti hava atımlarıyla sağlayan ve aplanasyon süresiyle orantılı olarak bilgisayar yardımıyla GİB ölçümü yapan NKTler, özelliklede kullanım kolaylığıyla klinik pratiğimize girmiştir. Her iki ölçüm metodu benzer olarak oküler sertlik, MKK etkilenmesi, tekrarlayan ölçümlerde minimal düzeyde de olsa aközün trabekülumdan kaçışı nedeniyle hatalı ölçümler yapabilmesi, günümüzde refraktif cerrahinin çok sık uygulanıyor olması daha güvenilir bir tonometre ihtiyacı doğurmuştur.

Yukarıda bahsi geçen tüm bu nedenlere bağlı olarak Kangiesser ve Robert tarafından korneaya uyumlu olarak geliştirilmiş olan, kornea dış yüzey eğriliği ile çakışan algılayıcı uç yüzeyi sayesinde korneada deformasyon yapmadan ölçüm yapabilen Pascal DKT korneal faktörlerden etkilenmeden ±0,1 mmHg duyarlılıkla süreğen GİB ölçümü yapmak üzere tasarlanmış yeni, dijital ve 3. nesil bir tonometre olarak Oftalmoloji pratiğimize katılmıştır (95).
Bizim çalışmamızın amacı, PAAG 'li ve normal olgularda GAT, havalı-NKT(Pulsair intellipuff, Keeler) ve DKT metotlarıyla GİB ve OPA ölçümleri yaparak, Bu üç metodu hem birbirleriyle hem de iki grup arasında kıyaslamaktı. Yaş, cinsiyet ve merkezi kornea kalınlığı ve PAAG valığı gibi faktörlerin bu metotları etkileyip etkilemediği, etkilediyse hangi yönde olduğu araştırıldı. Referans tonometre olarak altın standart olan GAT kullanıldı.
Literatürde GAT, DKT, NKT ve diğer tonometreleri aralarındaki ilişki, güvenilirlik aralıkları, etkilendikleri faktörler yönünden araştıran pek çok yayın mevcuttur.

Hoffmann ve arkadaşları; yaşları 45 ile 73 arasında değişen 19 sağlıklı göz üzerinde DKT, GAT ve kontakt lens ile yapılan basınç ölçümleri karsılaştırılmıştır. Çalışmaya alınan hastalarda oküler bir patoloji bulunmayıp santral korneal kalınlıklar normal sınırlarda seçilmiştir. Çalışmada goldman ile basınç ortalaması 16,1 mmHg DKT ile 16,6 mmHg ve smart kontakt lens ile 20,2 mmHg bulunmuştur. Bu sonuçlarda GAT ile DKT arasında anlamlı fark olmayıp bu iki tonometre ile Smart lens arasında anlamlı fark vardır. Yine aynı çalışmada Smart lens ve DKT ile oküler kan akımının bir göstergesi olan Oküler Puls Amplitüdü değerlendirilmiştir. Smart lens ile 3,8 mmHg bulunurken DKT ile 3,08 mmHg bulunmuş ve fark anlamlı değildir. Bu çalışma sağlıklı gözlerde yapılan ilk çalışmalardandır ve sonuçta DKT' nin klinik olarak kullanışlı ve yararlı bir cihaz olduğu belirtilmiş ve günlük kullanım için önerilmiştir (140).

Kauffman ve arkadaşları 228 sağlıklı göz üzerinde yapılan geniş bir çalışma olup göz içi basıncı, korneal kalınlık, aksiyel uzunluk, ön kamara derinliği, korneal kurvatur eğimi ve ölçüm yapanlar arasında bir fark olup olmadığını ve aynı kişinin yaptığı farklı ölçümler arsında da fark olup olmadığını değerlendirmiştir. DKT ve GAT değerlendirilmiştir. Her iki ölçüm metodu da korneal kalınlık, aksiyal uzunluk, ön kamara derinliği, korneal kurvatur eğiminden etkilenmemiştir. Ancak fark anlamlı olmasa da Goldmann ile yapılan ölçümler korneal kalınlıktan bir miktar etkilenmiştir. Farklı kişiler arasında yapılan ölçümlerde DKT ile olan ölçümlerde 0,44 mmHg fark bulunurken GAT ile yapılan ölçümlerde 1,28 mmHg fark bulunmuştur. Aynı kişinin yaptığı ölçümlerde DKT de 0,65 mmHg Goldmann ile 1,1 mmHg fark bulunmuştur. Farklı kişilerin veya aynı kişinin ölçümü yapması sonucu değiştirmemiştir. Tüm gözlerde DKT 1,7 mmHg daha fazla basınç ölçümü yapmıstır. Bu fark DKT'nin kadavra gözlerinde yapılan manometrik çalışmalar ile uyumlu olup Goldmann ile istatistiksel anlamlı fark yoktur. Bu çalısmada DKT' nin klinik kullanım için uygun olduğunu belirtmiştir (141).

Kamppeter ve ark.yaşları 18 ile 86 arasında değişen 39 primer açık açılı ve 137' si normal göz olan toplam 176 gözde yapılan bu çalışmada DKT ve GAT karşılaştırılmıştır. Korneal kalınlıklar 435 ve 675 mikron arasında bulunmuştur. DKT ile yapılan ölçüm ortalaması 18,71 mmHg olup bu ölçümler korneal kalınlıktan etkilenmemiştir. GAT ile yapılan ölçümlerin ortalaması 16,98 mmHg olup bu fark hem DKT ile yapılan ölçümlerden farklıdır hem de korneal kalınlıktan etkilenmiştir. Gerek korneal kalınlıktan etkilenme ve gerekse ölçüm yöntemleri arasındaki basınç ölçüm farkı hem glokom grubunda hem de normal gözlerde değişmemiştir. Yani glokomun olup olmaması cihazların ölçümlerine etki etmemiştir ve GAT her iki grupta da korneal kalınlıktan etkilenmiştir. Bu çalısmada da literatür ile uyumlu olan

GAT –DKT basınç farkı 1,9 mmHg bulunmuştur. Korneal kalınlıktan etkilenmeyen bu yeni ölçüm tekniği tavsiye edilmiştir (142).

Kotecha ve arkadaşalarının yaptığı bir başka önemli çalışmada yaşları 26 ve 83 arasında hastalarda GAT ve DKT farklı santral korneal kalınlıklarda ve farklı yaş gruplarında karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya 130 hastanın 130 gözü alınmış ve SKK açısından bakılmıştır. Yine 100 göz üzerinde de yaşın ölçümleri etkileyip etkilemediği bakılmıştır. Hastaların 71 tanesi glokom nedeniyle ilaç kullanan hastalardır. Hem tedavi alan ve hem de almayan grupta GAT korneal kalınlıktan etkilenmiştir. DKT her iki grupta da etkilenmemiştir. Yaş genel olarak ölçüm yöntemlerini etkileyen bir faktör olmuştur ancak bu fark tedavi edilen grupta değil edilmeyen gruptadır. Yani hastanın glokom nedeniyle tedavi alması neyse ki ölçümleri etkilememiştir. Farklı kişilerin yaptığı ölçümler arasında da fark görülmemiştir. Bu da tekrar edilebilirliğin yüksek olduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Ancak aynı kişinin ölçümleri arasında bazı farklar gösterilmiştir. Bu literatür ile uyumsuzdur. Bu çalışmadaki başka bir veride her 10 mikronluk korneal kalınlık değişiminde basıncın 0,17 mmHg revize edilmesi gerektiğidir. Ayrıca genç yaş gruplarında DKT ile GAT arasındaki farkın arttığı görülmüştür. Bu yaşla korneal rijiditenin azalmasıyla açıklanmıştır. Sonuçta DKT korneal kalınlıktan etkilenmeyen bir yöntem olarak kabul edilmiştir (143).

Burvenich ve ark yaptığı çalışmada DKT ile Non kontakt bir tonometri olan Nidek NT 2000 (NKT) karşılaştırılmıştır. Birinci grupta 294 sağlıklı göz ikinci grupta miyopi nedeniyle lasık refraktif cerrahi geçiren 58 göz alınmıştır. Refraktif cerrahili gözlere ölçüm postoperatif altıncı haftada yapılmıştır. DKT ile yapılan ölçümlerde ölçüm kalitesini belirleyen Q değeri 3 ve altındaki ölçümler alınmıştır. Birinci sağlıklı grupta ortalama korneal kalınlık 450 ile 670 mikron ikinci refraktif cerrahili grupta korneal kalınlık post operatif 405 ile 570 mikron kadar ölçülmüştür. Birinci grupta NKT korneal kalınlıktan anlamlı olarak etkilenmiştir. Aynı grupta DKT etkilenmemiştir.Grup ikide refraktif cerrahi öncesi ve sonrası NKT korneakalınlığından etkilenmiştir. Ancak DKT hem öncesinde hem de sonrasında ölçümlerde korneal kalınlıktan etkilenmemiştir. Tüm refraktif gözlerde NKT postoperatif olarak peroperatif değerlere göre daha düsük sonuç vermiştir. DKT ise bazılarında daha düsük bazılarında aynı ve bazı hastalarda göz basıncını daha yüksek vermiştir. Bu çalışmada NKT ile DKT arasında ölçümler açısından önemli farklar bulunmuş ve aralarındaki uyum kötü olarak değerlendirilmiştir (144).

Pache ve arkadaşları yaşları 23 ile 88 arasında değişen 100 sağlıklı gözde Goldmann ile DCT karsılaştıran başka bir çalışmada korneal kalınlıklar 400 ile 640 mikron arasında bulunmuştur. Bu çalışmada ne GAT ne de DT korneal kalınlıktan etkilenmemiştir. Kornea kalınlığı

arttıkça ölçümlerin birbirinden farklılığı artmış olmasına rağmen fark anlamlı değildir. Çalışmada DCT ölçümleri GAT ölçümlerinden ortalama 1 mmHg yüksek olup fark anlamlı değildir. 100 mikron kalınlık değişiminde 0,9 mmHg basınç değişimi görülmüştür. Ayrıca tüm hastaların %95 inde her iki ölçüm yöntemi ile elde edilen basınç değerleri farkı 1 mmHg nın altında kalmıştır. DKT ile GAT korelasyonu çok mükemmel bulunmuştur. DKT klinik kullanıma uygun bulunmuştur (145).

Doyle ve arkadaşları yaşları ortalama 59 olan normal, kalın ve ince kalınlıkta korneaya sahip her grupta 25 hasta olacak şekilde toplam 75 hastada GAT ve DKT karsılaştırılmıştır. Bu hastaların bazıları glokom (ilaç kullanan) bazıları glokom şüphesi nedeniyle takipli ve ilaç kullanmayan hastalardır. Birinci grupta ortalama kornea kalınlığı 550 mikron olan grupta GAT ile ortalama basınç 15,9 ve DKT ile basınç 16 mmHg ölçülmüş olup bu fark anlamlı değildir. İkinci grupta ortalama korneal kalınlık 490 mikron olup bu grupta GAT ile ölçülen basınç 13,2 ve DKT ile 15,9 ölçülmüş ve bu fark anlamlı bulunmuştur. Üçüncü grupta ortalama kornea kalınlığı 615 mikron olup hem GAT ile hem de DKT ile basınç ortalama olarak 17.4 mmHg ölçülmüştür. Anlaşılacağı gibi burada ince korneaya sahip kişilerde DKT ile GAT farklı sonuçlar vermekte ve GAT düşük basınç değerleri vermektedir. Bu çalışmada ince kornealarda her 10 mikronluk kalınlık değişiminde 0,7 mmHg basınç revizyonu ve kalın kornealarda her 10 mikronluk değişimde 0,2 mmHg basınç revizyonu önerilmiştir. Bu çalışmada normal ve kalın kornealarda GAT ve DKT korelasyonu çok iyi ama ince kornealarda iyi olmadığı belirtilmiştir (146).

Barleon ve Hoffmann'ın AJO'da yayınlanan bu yazısında glokomu olan ve olmayan sağlıklı gözlerde (66 göz) farklı korneal kalınlığa sahip toplam 197 göz DKT ve Goldmann aplanasyon tonometresi(GAT) ile basınç ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Her iki grupta da ortalama korneal kalınlık 540 mikrondur. Yaşları 24-85 arasında değişmektedir. Glokomlu gözlerde ortalama DKT ile ölçülen basınç 18,8 mmHg ve GAT ile ölçülen basınç ortalama 19 mmHg olmuştur ve bu fark anlamlı değildir. Sağlıklı gözlerde DKT ile ölçülen basınç ortalama 13,7 ve GAT ile ölçülen basınç 12,7 mmHg bulunmuştur. Bu fark anlamlı değildir. Kornea kalınlığı ne olursa olsun tüm hasta gruplarında hem DKT hem GAT benzer ölçümler yapmışlardır. Bu da literatüre biraz zıt bir sonuç olsa da kornea kalınlığının ölçümleri etkilemediği sonucuna varılmıştır. Hastaların sağ ve sol gözleri karşılaştırılmış ve sonuç değişmemiştir. Bu çalışma ile GAT ve DKT arasında mükemmel bir uyumun tüm kornea kalınlıklarında benzer olduğu belirtilmiştir. Sonuçta DCT klinik kullanım için uygun bir ölçüm yöntemi olarak kabul edilmiştir (147).

Barreto ve arkadaşları, DKT nin performansını değerlendirmek üzere düzenlenen bir başka çalışmada korneanın ektatik bir hal aldığı ve inceldiği bir durum olan 10 keratokonuslu hasta ve kontrol grubu olarak 12 sağlıklı birey alınmıştır. DKT bu çalışmada GAT ile karşılaştırılmıştır. İki grubunda ortalama yaşı 28 civarındadır. Keratokonuslu grupta ortalama keratometrik değerler 49 ile 81 dioptri arasında olup kontrol grubunda ortalama keratometrik değerler 39 ile45 dioptri arasındadır. Keratokonuslarda ortalama korneal kalınlık 387µ olup sağlıklı grupta 551µ olarak ölçülmüştür. GAT ile birinci keratokonuslu grupta ortalama basınç 10,3 mmHg olup sağlıklı grupta 14,3 mmHg ölçülmüştür. DKT ile birinci grupta 14,6 ve sağlıklı grupta 17,4 mmHg ortalama ölçüm yapılmıştır. Bu farklar iki tonometre arasında anlamlıdır. Aynı zamanda her iki ölçüm yöntemi de keratokonustan etkilenmiş ve düşük sonuçlar vermişlerdir. Bu sonuç DKT nin kornea kalınlığına veya biomekanik yapısına bağlı olduğu sonucu doğurmaz, sadece keratokonus gibi ektatik ve biyomekanik yapının değiştiği, korneanın inceldiği bir durum olan 10 hastada sonuç böyledir. Bu çalışmada hasta sayısı çok azdır. Ayrıca keratometrik değerlerde artma (dikleşme) DKT tipinin uygun temasını bozmuş olabilir. Kornea histerezisinde bir bozulma da bu sonuçta etkili olabilir. Keratokonusu olan gözlerde manometrik çalışmalara ihtiyaç vardır (148).

Özbek Z'in yaptığı Cornea dergisinde yayınlanan bu çalışmasında Keratokonus, Pellucid marginal dejenerasyon ve Keratokonus nedeniyle penetran keratoplasti yapılan hastaların GAT, DKT ve Tonopen ile yapılan basınç ölçümleri karşılaştırılmıştır. Hastaların yaşları 28-72 arasında değişmekte olup 29 hasta keratokonus, 21 hasta keratokonus nedeniyle penetran keratoplasti yapılan hasta ve 3 hasta pellücid marginal dejenerasyon hastasıdır. Tüm hasta gruplarında DKT diğer yöntemlere göre anlamlı derecede basınçları daha yüksek ölçmüştür (19 mmHg ya karşılık 14 mmHg). GAT ve Tonopen ölçümleri kendi aralarında uyumlu ve aralarında fark anlamlı değildir. Her üç yöntemde santral korneal kalınlıktan tüm gruplarda etkilenmemiştir. Ancak GAT ve Tonopen ölçümleri korneal kalınlık ile pozitif korelasyon göstermiş olup sadece anlamlı sınıra ulaşmamıştır. Yine GAT ile yapılan ölçümler dik olan korneal kurvatur ile istatistik olarak anlamlı negatif iliski göstermiştir. Bu ilişki DKT ve Tonopende gösterilememiştir. GAT ve Tonopen penetran keratoplastili grupta diğer gruplara göre basınçları daha yüksek ölçmüştür. DKT de gruplar arasında ölçüm farkı olmamıştır. Bu çalışmada farklı olarak daha ince kornealarda GAT ile DKT korelasyonu daha iyi bulunmuştur. GAT keratometrik değerlerden etkilenmektedir bu nedenle keratometrik değerlerin değiştiği durumlarda DKT ile basınç tekrar değerlendirilmelidir (149).

Ku ve arkadaşları, yaşları 21 ile 96 arasında değişen 106 hastada DKT ve Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) değerlendirilmiştir. Hastaların tanıları glokomu olmayanlar

(22 hasta), glokom şüphesi (25 hasta), oküler hipertansiyon (5 hasta), normal tansiyonlu glokom (12 hasta), primer açık açılı glokom (39 hasta) ve 3 hastada dar açılı glokom olarak tanı almıştır. hastalar 400-480 mikron arası ince, 480-520 mikron arası intermediate ve 520 üzeri kalın kornea olarak ayrılmıştır. Glokomu olan tüm hastalar topikal tedavi almaktadır. Tüm hastalarda GAT ortalama 14,9 ve DKT ortalama 17,8 mmHg ölçülmüş ve fark anlamlıdır. GAT ile yapılan ölçümler anlamlı olarak kornea kalınlığından etkilenmiş ancak DKT ile yapılan basınç ölçümleri kalınlıktan etkilenmemiştir. DKT ile yapılan ölçümler yine de anlamlı olmasa da kalınlık ile bir ilişkiye sahiptir. 10 mikronluk kalınlık değişiminde GAT ile 0,28 mmHg DKT yapılan ölçümlerde 0,1 mmHg basınç revizyonu önerilmiştir. Hastaların glokomlu olup olmamaları arasında bir fark görülmemiştir. Farklı olarak kalın kornealarda iki tonometrenin korelasyonu daha kötü bulunmuştur. Oküler puls amplitüdü de ortalama 2,8 bulunmuş olup glokomdan etkilenmemiştir. Bu çalışmada tüm hastaların %95 ini kapsayan grupta basınçlar arasında 4,2 mmHg fark olup manomterik basınçlar ile iyi bir korelasyon göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca korneal kalınlığın ultrasonik pakimetre ile ölçümünde doku kompresyonuna sebep hatalı ölçüm yapılabileceğine dikkat çekmistir (150).

Schneider ve arkadaşları glokomu olmayan 91 hastada DKT ve GAT karşılaştırılmıştır. Korneal kalınlık 477-650 mikron arsında bulunmuştur. Aynı çalışmada korneal kurvaturda değerlendirilmiş ve 7,06 ile 8,16 mm arasında bulunmuştur. Tüm hastalarda ortalama GAT değeri 16 mmHg ve ortalama DKT değeri 17,8 mmHg bulunmuş olup bu fark anlamlıdır. GAT ile yapılan ölçümlerin kornea kalınlığından etkilendiği ancak DKT nin kalınlıktan etkilenmediği gösterilmiştir. Her iki yöntemde kornel kurvaturdan etkilenmemiştir. Bu çalışmada DKT ile yapılan ölçümlerde ortalama 1,8 mmHg daha fazla ölçülmüştür. Bu sonuç literatür ile uyumludur. Bu çalışmada 100 mikronluk kalınlık değişiminde 4,5 mmHg basınç değişimi gösterilmiştir Klinik olarak kullanımı kolay ve yararlı bir alet olarak DKT önerilmiştir (151).

Kniestedt ve ark. yaptıkları geniş bir çalışmada glokom tipi, MKK, cup –disk oranı ve göz içi basınçları ölçülerek aralarındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmada basınç ölçümü için DKT ve GAT kullanılmıştır. Cup-disk oranını belirlemek üzere HRT2 kullanılmıştır. 98 göz glokom süphesi, 40 göz oküler hipertansiyon, 287 göz primer açık açılı glokom, 37 göz eksfoliatif glokom, 41 göz dar açılı glokom ve diğer glokom çeşitlerinden olmak üzere toplam 406 göz çalışılmıştır. Ortalama yaş 68 olan bu çalışmada ortalama santral korneal kalınlık 540 mikron bulunmuştur. Alt grup analizlerinde glokom tanısı konmuş kadınlarda ortalama korneal kalınlık anlamlı olarak daha ince bulunmuştur. MKK ile yaş arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Yine yaşın oküler puls amplitüdüne ve oküler topikal damlalar ile bir ilişkisi

görülmemiştir. Afrika kökenli Amerikalılarda korneal kalınlık daha ince bulunmuştur. Oküler hipertansif grupta kornea kalınlığı belirgin olarak daha fazladır. Avrupa kökenli olanlarda eksfoliasyon glokomu daha fazladır. GAT ile yapılan basınç ölçümleri MKK ile korelasyon göstermiş olup kalınlıktan etkilenmiştir. Ancak DKT MKK dan etkilenmemiştir. Tüm gözlerde ortalama Oküler puls amplitüdü (OPA) 3,1 mmHg bulunmuştur. Basıncın yüksek ölçüldüğü gözlerde OPA da yükselme eğilimi vardır (OHT grup). Ancak bunun önemi bilinmemektedir. Yine oküler puls amplitüdü trabekülektomili 30 gözde sub grup analizi ile bakıldığında daha düşük bulunmuştur. Önemli bir parametre olan Cup – disk oranı incelendiğinde glokom şüphesi olan grupta 0,47 ve OHT grubunda 0,37 ile en düşük grup olup diğer glokom grupları daha yüksek bulunmuştur. Afrika Amerikalılarda MKK en düşük olup Cup yüksektir. Cup en yüksek grup Asyalı grup olmuştur. Sonuçta cup disk oranı ile MKK arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. DKT ile GAT ölçüm farkı en yüksek yine kornea kalınlığı en ince grupta olmuştur. GAT ile MKK arasında her 10 mikronluk korneal kalınlık değişiminde 0,26 mmHg olmuştur. DKT özellikle ince kornealarda mutlaka kullanılması gerekli bir alettir (152).

Ülkemizde de konuya ilgi bir hayli fazladır. Konu ile ilgili önemli bir yayında Türkçe olarak yayınlanan Journal of Glaucoma-Cataract dergisinde çıkmıstır.

Öztürk F. ve arkadaşları Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz içi basınç değerlerinin GAT, NKT ve Tonopen ile karşılaştırılması ve MKK etkisini araştırmıştır. 106 sağlıklı göz değerlendirilmiştir. Yaş ortalaması 47 dir. Ortalama GiB, DKT ile 16,1 mmHg, GAT ile 14.0, NKT ile 14.3 ve tonopen ile 14.5 mmHg bulunmuştur. DKT ile bulunan GiB ölçüm değerleri GAT'e göre 2,0 mmHg, NKT'e göre 1.7 mmHg ve Tonopen'e göre 1.54 mmHg daha yüksektir. Bu fark anlamlıdır. MKK ortalama 530 mikron bulunmuştur. GAT, NKT ve DKT ölçümleri MKK ile korelasyon gösterirken tonopen ölçümleri MKK ile korele bulunmamıştır. Anlaşılacağı gibi bu çalışma literatüre zıt bir çalışmadır. DKT nin MKK dan etkilendiğini belirten nadir çalışmalardandır (153).

Erdurmuş ve arkadaşlarının yaptığı bi çalışmada 104 hastanın 104 gözü (75 PAAG ve 29 OHT) çalışmaya alınmış, DKT ile NKT karşılaştırılmış, yaş ortalaması 61,36(25-92), MKK ortalaması 562µ (475-643) bulunmuş, DCT-NKT farkı 0,8±2,98 varken, DCT ile NKT arasında uyum saptanmamış, NKT ; MKK'den doğrusal olarak etkilenirken, DKT etkilenmemiş ve DKT'nin Glokom ve Oküler Hipertansiyon hastalarında NKT'den daha güvenli olduğu sonucuna varmışlar(154).

Mumcuoğlu ve arkadaşlarının 30 sağlıklı bireyin 30 gözünde (yaş ort:22,5yıl 20-32) yaptıkları çalışmadan hem gün içinde hem de farklı günlerde ölçümler yapılmış(günde 3 kez 3

gün). Hem gün içi tekrarlayan ölçümlerde hem de farklı günlerdeki ölçümlerde yüksek uyum saptanmış ve DCT'nin tekrarlanabilir bir tonometri yöntemi olduğu sonucuna varmışlar(155).

Pelit ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada,130 sağlıklı gönüllünün 130 gözü çalışmaya alınmış, yaş ortalaması 56 yıl (39-81), MKK 549µ (490-629) bulunmuş. DCT ile GİB ortalamarları 17,52, NKT ile 16,54, GAT ile 15,07 mmHg imiş, DKT hem NKT'den hem de GAT'dan daha yüksek ölçtüğü ve farklar DKT-NKT: 1,08, DKT-GAT 2,47, NKT-GAT: 1,39 mmHg olduğu bulunmuş. Hem GAT hem NKT MKKden etkilenmekteyken, DKT'nin MKK'den istatistiksel olarak etkilenmediği görülmüş(156).

Özçetin ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada; DKT ve GAT ile 70 sağlıklı hastanın 140 gözü incelenmiş, yaş ortalaması 51,7 yıl (40-70), MKK ortalaması 570,8µ (423-657) bulunmuş, GAT' ın MKK 'den istatistiksel olarak anlamlı etkilendiğini, her 10µ'luk değişim için 0,28 mmHg'lık değişim bulunmuş. DKT'nin ise 0,013 mmHg ile istatistiksel etkilenmediği bulunmuş. Ayrıca DKT'nin yaştan anlamlı etkilendiği görülmüş. GAT-DKT farkının da MKK'dan etkilendiği, yaş, kornea eğriliği ve ön kamara derinliğinden etkilenmediği görülmüş. GAT ile ölçülen GİB ortalaması 17,8, DKT ile 18,28 mmHg bulunuş, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değilken, GAT le DKT arasında olumlu yönde, güçlü bir ilişki bulunmuş. DKT'nin GAT ortalama olarak 0,46±2,55 daha yüksek ölçtüğü görülmüş, bu bulgu literatürle uyumlu olmasına rağmen fark daha küçük hesaplanmış bunu da MKK ortalamalarının literatüre göre yüksek olmasına bağlamışlar. Ayrıca GAT değerlerini Dresden formülüne göre düzeltildiğinde aralarındaki uyumda artış gözlenmiş ve ortalama fark 1,37±2,49 olarak bulunmuş(159).

Andreas ve arkadaşları DKT ölçümlerini manometrik gerçek basınç değerleri ile karsılaştıran bu çalışmada 60 göz değerlendirilmiştir. Katarakt nedeniyle opere edilecek olan 60 hastada operasyon öncesi DKT ile basınç ölçülmüştür. Aynı zamanda korneal kalınlık, korneal kurvatur, astigmatizma, aksiyel uzunluk ve yaş değerlendirilmiştir. Katarakt ameliyatı sırasında kapalı sistem intraoküler manometrik basınç ölçümleri yapılmış ve değişen basınç değerlerinde DKT ile de ölçüm yapılmıştır. 15-20-25-30 ve 35mmHg basınç değerlerinde DKT ile manometrik değerler arasında 1 mmHg nın altında kalan bir fark görülmüş ve DCT nin gerçek basınç değerleri ile mükemmel uyum gösterdiği sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada DKT nin klinik olarak önemsiz derecede MKK dan etkilendiği sonucuna varılmıştır. Yine bu çalışmada DKT aksiyel uzunluk, astigmatizma, korneal kurvatur ve yaştan etkilenmemiştir (157).

Boehm ve arkadaşları benzer olarak, 75 katarakt ameliyatı olacak hastayı değerlendirmiş hastaların preop DKT ve cerrahi sırasında intrakamaral yolla GİB ölçümlerini yapmışlar, GİB

değerleri 15-20-35 mmHg seviyelerindeyken DKT ile ölçümlerin farkları sırasıyla 0,02, -0,2 ve -0,8 olarak bulunmuş ve DKT'nin neredeyse manometrik değerle yakın bir ölçüm yaptığı sonucuna varılmış(158).

Salvetat ve arkadaşları glokom hastalarında DKT ile GAT ve TonoPen karşılaştıran bu çalışmaya yaşları 35-84 arsında değisen 101 hasta alınmıstır. MKK lar 469 ve 650 mikron arasında değişmektedir. DKT ile ortalama basınç 24 mmHg olurken GAT ile 20,8 ve Tonopen ile 20,3 mmHg bulunmuştur. Bu çalışmada her üç ölçüm yönteminde de MKK dan etkilenme olmamıştır. Ancak GAT ve Tonopen değerleri istatistiksel anlamlı olmasa da MKK dan minimal etkilenme göstermiştir. Yani GAT ve Tonopen kalın kornealarda yüksek, ince kornealarda düşük ölçüm yapma eğilimindedir. Her üç yöntemde yastan etkilenmemiştir. Aynı şekilde GAT ve Tonopen anlamlı olmasa da yaştan etkilenme eğilimindedir. Tonopen ile her 10 mikronluk korneal kalınlıktan basıncın 0,7 mmHg değiştiği gösterilmiş ve literatüre göre biraz fazla bir etkilenmedir. Bu çalışmada DKT' nin kullanımının çok kolay olmadığı ve bir öğrenme eğrisi bulunduğu belirtilmiştir (160).

Pepose ve arkadaşları Lasik sonrası kornea biyomekaniği ve kalınlığı değisen hastalarda göz basıncını Pascal DKT, ORA (Oküler Response Analyzer) ve GAT ile değerlendirilmesini amaçlayan bir başka çalışmaya 66 refraktif cerrahi adayı göz preoperatif ve postoperatif olarak değerlendirilmiştir. LASIK sonrası ortalama korneal kalınlıkta kayıp veya azalma 90 mikron olmustur. Preop ve postop basınç değerleri farkı GAT için1.8 mmHg, ORA-Goldmann (IOPg) 4,6 mmHg, ORA–korneal kompanse (IOPcc) 2,12 mmHg ve Pascal DKT 0,5mmHg bulunmuştur. Bu değerlere göre refraktif cerrahi sonrası korneal kalınlıktan etkilenmeyen ölçüm prosedürü Pascal DKT olmuştur. Ayrıca CRF (Korneal rezistans faktör) de % 28,6 azalma, CH (Korneal histerezis) de %16,2 ve OPA (Oküler Puls amplitüdü) da %1,8 azalma gösterilmiştir. Bu değerlerden CRF ve CH deki azalma anlamlı sınırlardadır. Bu çalışmada GAT ile DKT, ORAcc arasında korelasyon iyi bulunmamıştır. Ayrıca preoperatif MKK dan etkilenme sadece ORAg (IOPgg) de görülmüştür. Tüm ölçüm yöntemleri postoperatif basınçları daha düşük ölçmüş ancak DKT de anlamlı sınırda değildir. Bir başka önemli sonuçta CRF deki mutlak değişimin veya azalmanın flep kalınlığı ile orantılı ama CH deki mutlak değişimin flep kalınlığından bağımsız olarak azaldığı bulgusudur. Ayrıca CH ile ORAcc arasında anlamlı negatif ilişki varken CRF ile ORAcc arasında istatistiksel olarak anlamsız ama pozitif yönde ilişki vardır. Önemli bir sonuçta korneanın total (CRF+CH) biomekanik yapısındaki bozulma GAT taki mutlak değişim ile orantılı bulunmuştur(161).

Yaşar T. ve ark. ülkemizde yapılan başka bir çalışmada normal MKK olan bireylerde, GiB ölçümünde MKK'ye göre düzeltilmiş GAT ölçümlerinin, DKT değerleri ile

karşılaştırılmasına yönelik çalışmaya oküler yönden sağlıklı 43 hastanın 86 gözü çalışmaya alınmıştır. Olguların önce GAT ile daha sonra DKT ile GiB'leri ölçülmüştür. Sonra tüm hastaların merkezi korneal kalınlıkları ölçülmüstür. Yaş ortalamaları 26.63±3.58 dir. MKK değerlerine göre 520 µ dan ince (17 göz), 520 µ -540 µ arasında olanlar (34 göz) ve 540 µ dan büyük olanlar (20 göz) olmak üzere üç guruba ayrılmıştır. MKK ortalaması 546 µ bulunmuştur. Ortalama GiB değerleri GAT ile 15.95 mmHg ve santral kornea kalınlığına göre düzeltilmiş GAT ölçümleri 15.58 mmHg iken, DKT ile 16.14 mmHg olarak saptanmıştır. Her 3 değer arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. MKK sı 520 µ dan ince olanların DKT ve GAT(düzeltilmiş) ile ölçülen ortalama GİB değerleri ve 520 µ -540 µ arasında olanların DKT ve GAT(düzeltilmiş) ile ölçülen ortalama GiB değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. MKK sı 540 µ dan yüksek olan grupta GAT (düzeltilmiş) ile DKT ile ölçülen ortalama GiB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. MKK' nın normal sınırlarda olduğu sağlıklı bireylerde, bu yeni yöntemle ölçülen GiB değerlerinin standart kabul edilen GAT ölçümleri ile uyumluluğu bu çalışma ile desteklenmektedir. GİB ölçümü ile birlikte MKK ölçümü mutlaka yapılmalıdır. Çalışmada MKK arttıkça DKT ile ölçülen değerler ile GAT (düzeltilmiş) ile ölçülenler arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. MKK arttıkça DKT ile daha yüksek değerler ölçülmektedir. MKK nın normal bulunduğu olgularda GAT ölçümü yine en güvenilir yöntem olarak belirtilmiştir (162).

Herdener ve Pache'nin yaşları ortalama 22-53 arasında değişen 100 hasta üzerinde DKT ve GAT ile yapılan basınç ölçümlerinde DKT-GAT arasında 2mmHg ve daha fazla basınç farkı olanlar 3 hafta sonra tekrar ölçüm için çağrılarak tekrar basınç ölçülerek bu farkın korunup korunmadığı değerlendirilmiştir. Bu durumda bulunan 23 göz 3 hafta sonra tekrar her iki manometri ile değerlendirilmiş ve bu basınç farkının yine korunduğu görülmüştür. Sonuçta DKT nin kornea biomekaniğine bağlı olmayan ve tekrarlanabilirliği bir ölçüde test edilmiş bulunmaktadır. Ölçüm farkının olduğu bu 23 gözde ortalama korneal kalınlık 525 mikron bulunmuştur. Yine aynı çalışmada göz içi basıncının korneal kalınlıktan etkilenmeden ölçüldüğü de ifade edilmiştir. Yine bu çalışmada hastalar 3 hafta sonra çağrılarak yapılan ölçümlerin benzer çıkması DKT' nin gün içersindeki dalgalanmalardan da etkilenmediğini göstermektedir(163).

Kirsten ve ark. Kontakt lense bağlı gelişen korneal ödemin DKT ve GAT ölçümlerini nasıl etkilediğini araştırmak üzere yapılan bir çalışmaya 40 hasta alınmıştır. Bu kişiler oküler ve sistemik herhangi bir rahatsızlığı olmayan sağlıklı gönüllülerden seçilmiştir. Bir gözlerine 2 saat boyunca kontakt lens takılmış ve kapatılmıştır. Diğer göz kontrol olarak kullanılmıştır. 2

saat sonrasında hipoksiye sekonder korneal kalınlık artısı ortalama 48 mikron olup anlamlıdır. Pascal DKT ile lens takıldıktan sonra yapılan ölçümler çok az miktarda kalınlıktan etkilenmiş olup istatistik olarak anlamlı etkilenme olmuştur. DKT kontakt lens sonrası basınçları kalınlık arttığı halde daha düşük ölçmüştür. GAT ölçümleri de benzer şekilde kontakt lens sonrası kalınlık artısından etkilenmiş olup istatistik olarak anlamlıdır. GAT kontakt lens sonrası basınçları daha yüksek ölçmüştür. Aynı çalışmada Oküler Puls amplitüdü ölçülmüştür. Kontakt lens öncesi ve sonrası OPA değişimi olmamıştır. Bu çalışmada DKT nin korneal ödemden etkilendiğini gösteren nadir çalışmalardandır. (164)

Lee ve arkadaşları 233 hastanın 451 gözünde yaptıkları bir çalışmada, kornea kalınlıklarını 520 mikron altında, 520-550 µ arasında ve 550µ olanları ayırarak GAT ve DKT ölçümleri karşılaştırılmış. Tüm olgularda GAT ile DKT arasında mükemmel bir uyum olduğu görülmüş (R=0,853, P<0,0001). Hem GAT'ın hem de DKT hafif düzeyde MKK'dan etkilenme olduğu görülmüş. Özellikle GAT 520µ üzerinde olduğunda, DKT ise 550µ üzerinde olan kornealarda MKK etkilenim dikkat çekmiş. GAT ile ortalama 14,8 mmHg iken DKT ile ortalama 16,9 mmHg bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıymış(165).

Burvenich ve arkadaşlarının DKT ve NKT 'yi karşılaştırdığı bir çalışmada, 294 göz incelenmiş, DKT ve NKT karşılaştırılmış, DKT ile GİB ortalamaları 19,2mmHg, NKT ile ortalama 16,5 mmHg olarak bulunmuş, DKT-NKT farkı 2,7 mmHg olarak hesaplanmış. Bu fark MKK'nın ince olduğu gözlerde bu farkın arttığı, DKT ile NKT arasında istatistiksel anlamlı ve orta düzeyde uyum olduğu görülmüş(166).

Kelechi ve arkadaşları 72 hastanın 72 gözünde GAT ve Pulsair EasyEye NKT ile ölmler yapılmış, ±2 ve ±3 güvenilirlik aralığında aralarında mükemmel bir saptanmış, NKT'nin GAT' tan çok az daha yüksek ölçme eğiliminde (0,1±1,6) olduğu görülmüş(167).

Parker ve arkadaşları Keeler Pulsair 3000 ile GAT'ı 150 göz üzerinde yaptıkları çalışmada, 10-44 mmHg arasındaki GİB değerleri kaşılaştırılmış. GAT ile Pulsair 3000 arasında çok güçlü bir koelasyon bulunmuş (R=0,982, P<0,0001). GAT-NKT farkı 0,48 (-2,72 ile +1,75) hesaplanmış(168).

Bu tez çalışmasında 31 normal 33 PAAG glokomlu olgunun sol gözleri incelendi, her iki grupta da kadın erkek oranı yaklaşık olarak eşitti, tüm olgularda yaş ortalaması 53,36 yıl (31-80), kontrol grubunda 48,96 yıl (31-67) , PAAG grupta 57,48 (41-80) yıldı. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı(p=0,001). MKK ortalaması 561±45µ bulundu, bu literatürle uyumlu olmakla beraber biraz daha yüksekti (137,145,150,154,156,159)

GAT ile ölçülen GiB ortalaması 16,39±3,75 mmHg, DKT ile 17,89±3,55 mmHg, NKT ile15,76±3,49 mmHg bulundu. GAT ile NKT arsındaki bu fark istatsistiksel olarak anlamlı değilken (p=0,3270), DKT ile GAT ve NKT arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı (sırasıyla p=0,0214, p=0,0008) bulundu. Literatürde de DKT'nin GAT ve NKT 'den daha yüksek ölçüm yaptığı yönündeki yayınlarla uyumludur(142,144,150,151,153,160,165).

Kontrol ve PAAG gruplarında ortalamaların dağılımı incelendiğinde; MKK kontrol grubunda 561,70µ iken PAAG grubunda 561,39µ olarak bulundu, iki grup arasında istatistiksel olarak fark saptanmadı (p=0,929). GAT ile GİB ortalamaları kontrol grubunda 16,29mmHg PAAG 'da 16,48 mmHg, DKT ile kontrol grubunda 17,95 mmHg PAAG'de 17,85 mmHg, NKT ile kontrol grubunda 15,80 mmHg iken PAAG'da 15,72 mmHg bulundu. Her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (sırasıyla p=0,838, p=0,912, p=0,929). Her üç yönteminde hem sağlıklı hem de PAAG olgularında benzer ölçümler yaptığını düşündürdü; bu sonuç literatürle uyumludur(142,147,150).

Tüm olgularda Pearson korelasyon testi ile yaş, MKK, GAT, DKT ve NKT arasındaki korelasyon incelendi. Yaş ile MKK, GAT, DKT ve NKT değerleri arasında korelasyon olmadığını saptadık(152,157). Bu bulgu literatürle uyumludur ancak nadir çalışmalarda yaşla birlikte oküler sertliğin değişmesiyle GAT ve DKT'nin yaşla zayıf korelasyon gösterdiği bildirilmiştir(143,159). MKK ile GAT(R=0,50, p=0,000) ve NKT(R=0,568, p=0,000) arasında olumlu yönde, güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı. NKT 'de bu korelasyon daha belirgindi. Bu bulgu literatürle uyumludur (141-146,150-160,165,167,168).

MKK ile DKT ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, orta düzeyde bir korelasyon olduğu saptandı (R=0,388, p=0,002), bu bulgu genel olarak literatüre zıttır, DKT'nin korneal parametrelerden etkilenmeden ölçüm yaptığı yönünde pek çok yayın olmasına rağmen nadirde olsa korelasyon olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur(150,153,156,157,165,193). Örneklem grubumuzun dar ve MKK'nin literatüre göre daha kalın olması bu bulgunun ortaya çıkmasına neden olduğunu düşünmekteyiz.

GAT, DKT ve NKT' nin birbirleriyle uyumu incelendi, GAT ile DKT ve NKT arasında çok güçlü ve istatistiksel olarak çok anlamlı bir korelasyon olduğu görüldü. GAT ile DKT arasındaki uyum en güçlüyken (R=0,909 p=0,000), sırasıyla GAT ile NKT (R=0,906, p=0,000), DKT ile NKT (R=0,835, p=0,000) görece daha zayıf bir uyum saptandı. Literatürde GAT ile DKT arasındaki korelasyonun mükemmel olduğu yönünde çok sayıda yayın mevcuttur (140, 141,144, 145, 146,147, 156,159,165,166,167,168) Kontrol ve PAAG gruplarında GAT-DKT-NKT metotları arasındaki ikili korelasyonlar incelendiğinde, Her iki

grupta da aralarındaki korelasyon çok güçlü bulundu. En çarpıcı korelasyon kontrol grubunda GAT ile DKT arasında olup (R=0,939 p<0,0001), en zayıf uyum PAAG grubunda DKT ile NKT arasında olup (R=0,743, p<0,0001) yinede çok güçlü bir uyum göstermişti. PAAG varlığının üç metodun aralarındaki uyumu etkilemediği sonucuna varıldı ve literatürle uyumlu bulundu(142,147,150).

MKK, yaş, cinsiyet ve PAAG varlığıyla GAT, DKT ve NKT ölçümleri arasında hem basit lineer hem de çoklu regresyon analizleriyle ilişki olup olmadığı incelendi. GAT'ın hem lineer hem de çoklu analizlerde sadece MKK ile istatistiksel ilişkisi olduğu görüldü, bu ilişki olumlu yönde , güçlü ve istatistiksel olarak çok anlamlıdır (F=20,10, R=0,495, p<0,001). NKT'de benzer olarak sadece MKK ile ilişkili olduğu, NKT ile MKK arasındaki ilişkinin GAT ile MKK arasındaki ilişkiden daha güçlü olduğu (F=29,55, R=0,568, p<0,001) sonucuna varıldı. Bu bulgu literatürle uyumlu olmakla beraber NKT-MKK ilişkisinin literatüre göre daha yüksektir((141-146,150-157,159,160,165,167,168).

DKT'nin hem lineer hem de çoklu regresyon analizlerinde yaş, cinsiyet ve PAAG varlığından etkilenmediği, sadece MKK ile orta düzeyde, istatistiksel olarak anlamlıdır (F=10,95, R=0,388, p=0,002). Bu bulgu genel olarak literatüre zıttır. Zira DKT 'nin korneal parametrelerden etkilenmediği yönünde pek çok yayın olmasına rağmen, DKT'nin özellikle kalın kornealardan etkilendiği yönünde az sayıdaki yayınlarda mevcuttur ve bu yayınlarla uyumludur(150,153,156,157,165). MKK ile GAT ve NKT'nin ilişkisi daha doğrusalken DKT ile bu doğrusallık daha siliktir. PAAG hastaları anti glokomatöz tedavi aldığından GİB'i normal değerlere çekmiş ve daha doğrusal bir dağılım sağlamış olabilir

Her üç metedunda MKK ile ilişkili olması, MKK<520 µ olanalar 'ince'(n:13), 520-580µ arasında olanlar 'orta'(33) ve 580µ büyük olanlar 'kalın' (n:18) olarak, gözler 3 gruba ayrıldı. Anova testiyle varyans analizleri yapıldı. Hem GAT hem DKT hem de NKT ölçümlerinin MKK'dan etkilendiği görüldü. Farkın hangi gruptan geldiğini anlamak için yapılan t test ile ince ve orta MKK'li gözlerde üç metodla yapılan ölçümlerde fark saptanmadı (GATp=0,154, DCTp=0,814, NKTp=0,152). İnce ve kalın MKK'li gruplar karşılaştırıldığında her üç metodla fark olduğu görüldü (GATp=0,002, DCTp=0,017, NKTp=0,000). Orta ve kalın MKK'li gruplar karşılaştırıldığında yine fark olduğu görüldü (GATp=0,001, DKTp=0,001, NKTp=0,000). Bu analizler sonucunda MKK>580µ olan 'kalın' grubun her üç metodunda ölçümlerini etkilediği anlaşıldı. Bu fark en belirgin NKT, daha sonra GAT ve en son olarak DKT' de görüldü. GAT ve NKT için bu bulgular literatürle uyumluyken, DKT için az sayıda destekleyen yayın mevcuttur(146,147,150,152,162,165,166). Hem üretici firma hem de pek çok araştırmacı DKT'nin MKK'dan etkilenmediğini iddia etmektedir.

Kontrol ve PAAG olguları, ince, orta ve kalın MKK'li gruplarda karşılaştırıldı, GAT ve NKT hem kontrol hem de PAAG olgularında üç grup arasında fark görülmedi. DCT ile ince ve orta MMK'li gruplarda kontrol ve PAAG olgularında anlamlı fark saptanmazken kalın MKK'li grupta kontrol ve PAAG olguları arasında anlamlı fark saptandı (p=0,033 Mann Whitney U). Kontrol grubunda ölçüm ortalamaları daha yüksek bulundu, Bu bulgu kalın kornealı PAAG (tümü anti glokomatöz tedavi almaktadır) olgularında tedavinin takibinde GAT ve NKT'den daha hassas olduğunu düşündürdü. Bu fark; sistol ve diastol arasında oluşan farkın korneal faktörler nedeniyle abartılmasını engellediği hem de çok sayıda ölçüm yaparak ortalamasını aldığından daha güvenli ölçüm yapabilmesine bağlandı. Bu bulguyu literatürde destekleyen yayınlar olmakla beraber daha geniş gruplarda yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünüldü. Kornea kalınlığının 520-580µ olduğu grupta her üç yöntemle hem kontrol hem de PAAG olgularındaki uyum mükemmeldi bu bulgu literatürle uyumlu bulundu(146,147,152,159,162,165).

METODLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Mountain plot ve Bland and Altman analizleriyle üçlü ve ikili olarak, GAT, DKT ve NKT metodları kaşılaştırıldı.

Tüm olgularda GAT, DKT ve NKT ile karşılaştırıldı. GAT'ın NKT'den ortalama olarak 0,7 mmHg (-4,6 ile 4,0) daha yüksek ölçüm yaptığı görüldü. Literatürde bu konuda farklı çalışmalar olmakla beraber sıklıkla NKT'nin küçük bir miktar GAT'dan yüksek ölçtüğü konusunda fikir birliği mevcuttur(156,167,168). Ancak NKT'ler farklı tasarım ve kalibrasyonlara sahip olduğundan bu durum anlaşılabilir. Bizim çalışmamızda kullandığımız Pulsair intellipuff (Keeler) la yapılan nadir çalışmalarda GAT'dan bir miktar daha düşük ölçüm yaptığına dair bilgiler mevcuttur(167,168).

GAT'ın DKT'den ortalama olarak 1,45 (-4,7 ile 2,9) mmHg düşük ölçüm yaptığı görüldü. Bu değer (**DKT=GAT+1,4**) literatürle birebir uymaktadır. Literatürdeki tüm yayınlar DCT'nin GAT'dan daha yüksek ölçüm yaptığını göstermektedir.

Kontrol ve PAAG gruplarında bu farklar değişmemiştir, Kontrol grubunda GAT-NKT farkı ortalama 0,7 mmHg (-4,6 ile +2,7), GAT-DKT farkı -1,5 mmHg (-4,7 ile +0,7), PAAG grubunda GAT-NKT farkı ortalama 0,7 mmHg (-2,6 ile +4,0), GAT-DKT farkı -1,4 mmHg (-3,9 ile +2,9) olarak hesaplanmıştır. PAAG varlığı bu üç metodun ölçümleri arasındaki fark otalamalarını etkilememiştir. Bu bulgu literatürle uyumludur, her üç yönteminde ölçümlerini yaparken glokom varlığından etkilenmediği konusunda fikir birliği mevcuttur.

Blant and Altman ikili analizlerinde:

GAT-NKT fark ortalaması **0,63±1,59**, %95 CI:0,23ile 1,03 arasında olarak bulundu,

GAT-DKT fark ortalaması **-1,51±1,57**, %95 CI: -1,90 ile -1,11 arasında bulunmuştur.

DKT-NKT fark ortalaması **2,14±2,02** %95 CI: 1,63 ile 2,64 arasında olarak bulundu **Tablo** DKT'nin NKT'den ortalama 2,14 mmHg yüksek ölçüm yaptığı sonucuna vardık.

13: Farklı araştırmacıların DKT ile GAT arasında buldukları farklar

Araştırmacı	**DKT-GAT farkı**
Özçetin ve ark.	0,46
Öztürk ve ark.	2,1
Pelit ve ark.	2,47
Kauffman ve ark.	1,7
Hoffman ve ark	0,5
Schneider ve ark.	1,8
Kamppeter ve ark.	1,83
Salvetat ve ark.	3,2
Herdener ve ark.	2,44
Burvenich ve ark.	2,7
Ku ve ark.	2,0
Pache ve ark.	1,0
Pourjavan ve ark.	1,6
Lee ve ark.	2,1
Detry Morel ve ark.	2,2
Barleon ve ark.	1,7
Total ortalama	**1,86 (0,46-3,2)**
Bizim çalışmamız	**1,51**

İnce, orta ve kalın kornealarda her üç metodu 3'lü ve ikili olarak karşılaştırdık. Mountain plot analiziyle üçlü olarak karşılaştırdığımızda:

İnce kornealarda (MKK<520) GAT-NKT fark ortalaması 1 mmHg (-1,6 ile +4,0 arasında), GAT-DKT'de -2,4 mmHg (-4,7 ile 0,0) olarak hesaplandı.

Orta kalınlıktaki (520<MKK<580) kornealarda GAT-NKT fark ortalaması 0,6 mmHg (-4,6 ile +3,0 arasında), GAT-DKT'de -1,35 mmHg (-3,8 ile +2,9 arasında) olarak hesaplandı.

Kalın kornealarda (MKK>580) GAT-NKT fark ortalaması 0,7 mmHg (-2,6 ile +3,0 arasında), GAT-DKT'de -0,85 mmHg olarak hesaplandı.

GAT'ın tüm kornea kalınlıklarında NKT'den daha yüksek ölçüm yapma eğiliminde olduğunu, aralarındaki farkın 520-580µ aralığında en azken , daha ince ve daha kalın kornealarda bu farkın arttığını gördük.

DKT'ninde tüm kornealarda GAT'dan daha yüksek ölçme eğilimde olduğunu, kornea inceyken bu farkın en fazla olduğunu ve kalınlık artışıyla beraber aralarındaki farkın azaldığını gördük. Bu bulguları literatürle uyumlu bulduk (142,144,150,151,153,160,165).

Bland and Altman ikili karşılaştırma analizleriyle GAT-DKT, GAT- NKT ve DKT-NKT metotları ince, orta ve kalın kornealı gruplarda karşılaştırıldı.

Üçlü karşılaştırmalarla benzer olduğu görüldü. GAT'ın tüm kornea kalınlıklarında NKT'den daha yüksek ölçme eğilimde olduğu, bu farkın Orta ve kalın (520<MKK) kornealarda en az olduğu (sırasıyla 0,49±1,54 ve 0,46±1,66), özellikle ince kornealarda bu farkın en belirgin olduğu (1,23±1,59) görüldü.

DKT'nin tüm kornealarda GAT'dan daha yüksek ölçme eğiliminde olduğunu, kornea kalınlığı arttıkça aralarındaki farkın azaldığını gördük, aralarındaki fark ince (MKK<520) kornealarda en belirgindi (2,31±1,50) . Orta ve kalın kornealarda bu fark azaldı (sırasıyla 1,36±1,24 ve 1,17±2,00). DKT-GAT farkı (ortalama 1,51±1,57) literatürle çok uyumluyken, kalın kornealarda farkın azalması; GAT'ın kalın kornealarda hatalı yüksek ölçmesine bağlı olarak daha doğru ölçüm yapan DKT ile farkı azalttığını düşündük, literatürde bu yönde destekleyen çok sayıda çalışma vardı (140, 142, 145,146, 150,151,152, 153,154,156,159,160,162,165, 166,167,168,188)

OKÜLER PULS AMPLİTÜDÜ

DKT dinamik bir ölçüm sağlar; yani saniyede 100 ölçüm yapabilir ve kalp siklusu boyunca ölçüm yapmaya devam edebilir. Ardından ortalama diyastolik GİB'i ve ortalama sistolik GİB'i ölçerek arasındaki farka eşit olan oküler puls (nabız) amplitüdünü (OPA) ölçer.

DKT nin oküler puls amplitüdünü ölçmesi baslıca 2 faktörü yansıtabilir: Kardiyak sistol sonrasında sistemik dolaşıma ve göze gelen kan globun vasküler yapılarını doldurmaktadır. Ancak glob direnci ile bu dolum sınırlanmaktadır (169). Yine koroidal damarların dolması optik sinir basının vasküler desteği ile ilişkilidir çünkü her ikisi de aynı kaynaktan kısa posterior siliyer arterden beslenmektedir. Dolayısıyla oküler puls amplitüdünü optik sinir basının vasküler perfüzyon durumu için indirekt bir gösterge sağlayabilmesi mümkündür.

Von Schulthess ve Kauffmann' ın 55 gözün incelendiği bir çalışmasında (170) düşük oküler puls amplitüdü ile daha şiddetli bir glokom arasında bir korelasyon olduğunu saptanmıştır.

GiB gerçekte sabit bir değer değildir ve kardiak siklusla bağlantılı olarak pulsasyon gösterir. Sistolle birlikte orbital damarların kanla dolması göz küresi üzerinde pulsatil bir protrüzyon oluşturur. Göze gelen kan akımının %90'ı ise koroidal kan dolaşımına katılmaktadır. İşte OPA, kardiyak siklus sırasında koroidal kan akımında olan hacim değişikliklerinin sonucu olarak ortaya çıkar. Klinik olarak OPA'nın en önemli özellikleri; koroid perfüzyonunun indirekt göstergesi olması ve kalp atımı zamanında olan oküler kan akımı hakkında bilgi vermesidir (171-172). Oküler kan akımında olası azalma hipoksiye ve nöral hücre ölümüne neden olabileceğinden glokom ve optik nöropati gibi diğer dolaşım problemlerini tetikleyebilir.

OPA değeri; yaş, cinsiyet, hormonal durum (menapoz gibi) ve kadiyovasküler hastalık (diyabetis mellitus ve hipertansiyon gibi) gibi sistemik faktörlerden etkilenmekle birlikte, glokom ve yüksek miyopi gibi oküler nedenlerden de etkilenebilmektedir. DCT, GiB'i süreğen bir şekilde kaydetmesinin yanı sıra GiB'de olan pulsatil değişiklikleri yani OPA'yı da ölçebilmektedir. Bunun için DKT'nin kornea ile 5-10 kalp atımı süresince temas halinde olması gereklidir. OPA, sistolik ve diyastolik GiB'in farkına verilen isimdir ve glokomun klinik seyrinde önemli rol oynayabileceği düşünülen parametrelerden birisidir. DCT 0,5 mmHg ve üzerindeki OPA değerlerini ölçebilmektedir(173).

OPA ile GİB ilişkisi Sistolle birlikte oküler kan hacmindeki artışa GiB'in verdiği yanıt gözün elastik özelliklerine bağlıdır. Kaufmann ve ark. DKT ile ölçülen OPA ile GiB arasında pozitif bir korelasyon saptamışlardır. Yüksek GiB'le birlikte skleral duvar gerilimi artmakta ve göze sistolde gelen kan hacmi zaten stres altında olan göz küresi duvarlarında elastik genişleme yapmaktan ziyade GiB'de belirgin bir artış oluşturmaktadır. Bu durum OPA ile GiB arasında saptanan pozitif korelasyonu açıklayabilir (174).

OPA ile Aksiyel Uzunluk iliskisi OPA ile aksiyel uzunluk arasındaki ilişki varlığı bazı (175-6-7) çalısmalarda bildirilmiştir. Bu çalışmalarda aksiyel uzunluğun artması ile OPA'nın azaldığı saptanmıstır. Aksiyel uzunluğun artısı ile normal göze göre göreceli olarak daha düşük hacimde kan göz küresine ulaşmaktadır. Bu nedenle aksiyel uzunluk artısı ile OPA arasında ters bir korelasyon bulunmaktadır (178). Bunlara ilaveten miyopi skleral incelmeyle ilişkilidir. Bu nedenle yüksek aksiyel uzunluk varlığında pulsatil hacim değişikliğinin neden olduğu genişlemeye daha az direnç gösterilir. Bununla birlikte, miyopik gözlerde belki de çapları küçülmüş ve düzleşmiş damarlara bağlı olarak oküler kan akımı azalmaktadır (179-181). Kaufmann ve ark. da DKT ile yaptıkları çalısmada OPA ile aksiyel uzunluk arasında negatif bir korelasyon saptamışlardır (182).

OPA ile Yaş iliskisi; Periferik arterlerden transkutanöz tonometre ile yapılan ölçümler

arter sertliğindeki ve puls akım hızındaki artışa bağlı olarak yaşla birlikte OPA'nın arttığını göstermektedir. Bununla birlikte literatür bilgileri net değildir ve birbirinden farklı görüşleri içermektedir (183-184). DKT ile ölçülen OPA ile yaş arasında bir korelasyon saptanmamıştır (182). Birbirine zıt bu bulgular, göz küresinin vasküler direncinin hemodinamik bir regülatör gibi rol oynamasıyla açıklanabilir (185).

OPA ile ilgili diğer faktörler Centofanti ve ark. oküler kan akımının cinsiyetten ve kişinin hormonal durumundan etkilendiğini bildirmişlerdir (186). Aynı çalışmada, menopoz öncesi kadınlarda OPA değerinin postmenopozal kadınlardan daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Kaufmann ve ark. ise sağlıklı bireylerde DKT ile OPA ölçümünün; MKK, korneal kurvatur, ön kamara derinliği ve cinsiyetten etkilenmediği saptamıştır (182).

Oküler puls amplitüdünün gün içersindeki diürinal varyasyonlarını tespit etmek amacıyla 58 oküler açıdan sağlıklı göz üzerinde yapılan bir çalışmada tüm gözler hem GAT hem de DKT ile göz içi basınçları ölçülmüş ve OPA değerlendirilmiştir. Bu amaçla hastalar sabah 9 ve öğleden sonra 1 ve 4 te ölçümler tekrarlanmıştır. Bu hastaların yaş ve sistemik durumlarıda incelenmistir. Göz basınçları arasında her iki yöntemle de bir fark bulunmamıştır. GAT ile ortalama 15,2 mmHg olan basınç DKT ile ortalama 16.8 mmHg ölçülmüştür bu fark istatistiki olarak anlamsızdır. OPA değerlerine bakıldığında günün farklı saatlerinde yapılan ölçümler kendi aralarında istatistik olarak farklı olmayıp ortalama OPA değeri 2,2 bulunmuştur. Bu sonuç bize OPA değeri ile ilgili ölçümleri günün istenen saatinde yapılabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada OPA değeri ile sistemik hipertansiyon ve yaş arasında da ilişki bulunamamıştır (188).

Viestenz ve Kaufmann sağlıklı bireylerde OPA değerini 3,0 mmHg olarak bildirmişlerdir (182,189). Punjabi ve ark. 906 göz üzerinde yaptıkları geniş bir çalışmada OHT'li 52 gözde OPA değerinin (3.61 mmHg), PAAG' lu 501 gözde (3.00 mmHg) bularak OHT li gözlerde glokomlu gözlere ve normal kontrol gözlere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir (200). Aynı çalışmada sağlıklı bireylerdeki OPA değeri ise 2.86 mmHg olarak bildirilmiştir. Bu değer çalışmada tüm glokom türlerinden daha düşük bir değerdir. Ancak bu çalışmadaki glokom hastaları topikal antiglokomatöz ilaç kullandığından OPA değerleri yanıltıcı olabilir. Topikal antiglokomatöz ilaçların OPA'yı değiştirdiği bilinmektedir (190-191). Dolayısıyla bu çalışmanın bulgularının genellenmesinin yanlış olacağı düşünülmektedir.

Romppainen ve ark. sağlıklı kisilerde OPA'nın 3.1±1.4 mmHg, OHT'li olgularda 3.6±1.3 mmHg ve normotansif glokomlu hastalarda 2.9±1.4 mmHg olduğunu saptamışlardır (192). Yine glokom tiplerine göre OPA değerinindeki farklılıkları ortaya koymak ve MKK ile olan ilişkisini belirlemek için yapılan 45 gözlük bir çalısmada hastaların sistemik kan

basınçları, göz basınçları (DKT, GAT, Tonopen), vertikal/horizontal cup/disk oranları ve görme alanındaki parametrelerle OPA değerleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile tüm hastalarda sağ ve sol gözler arasında da karsılaştırma yapılmıştır. Göz içi basınçları arasında en yüksek değer pek çok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da DKT ile ölçülmüştür. Merkezi korneal kalınlık ile ilgili verilere bakıldığında bu çalısma literatüre zıttır. Çünkü bu çalışmada DKT ile göz içi basınç ölçümleri MKK ya bağımlı gibi gözükmektedir. OPA ölçümleri ile korneal kalınlık, sağ ve sol göz farklılığı, yaş, sistemik kan basıncı, cup /disk oranı, görme alanı parametreleri arasında bir ilişki bulunamamıştır. Ancak OPA değeri ile glokom ağırlığı ve şiddeti arasında bir korelasyon bulunmuştur (193).

Oküler puls amplitüdü(OPA) ve görme alanı defektleri arasındaki korelasyonda incelenmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmaya 49'u glokom, 14'ü oküler hipertansiyon ve 14'ü glokom şüphesi ile incelenen 77 göz alınmıstır. Bu hastalar ortalama 46,5 ay takip edilmiş ve görme alanlarındaki Pattern standart deviasyon (PSD) ve mean standart deviasyon (MD) değerleri ile OPA değerlerinin analizi yapılarak OPA değerleri ile görme alanı progresyonu hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Glokom tanısı olan grupta MD değerinde OPA daki 1birim değişime karşılık 2,8 birimlik bir değişim olmuştur ve bu fark anlamlıdır. Aynı şekilde PSD değerleri ile de OPA arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Çalışmada glokomlu gözlerde OPA değeri glokom olmayan gözlere göre daha düşük bulunmuş bu da glokom patogenezinde oküler kan akımının nedenli önemi olduğunu göstermiştir. Sonuçta bu çalışmada OPA nın görme alanı defekti gelişimi için bir ön gördürücü tahmin ettirici olabileceği belirtilmiştir (194).

Oküler puls amplitüdü ile ilgili yapılan başka bir çalışmada OPA nın trabekülektomi öncesi ve sonrası değerleri incelenmiş bu anlamda prognostik bir gösterge olup olmayacağı değerlendirilmistir. Çalışmaya değişik glokom tiplerinde medikal tedavi ile kontrol altına alınamayan 14 hasta dahil edilmiş ve ameliyat öncesi ve sonrası OPA değerleri kaydedilmiştir. Hastaların diğer gözleri ile karşılaştırma yapılmıştır. 12 gözde ameliyat sonrası birinci günde OPA değeri azalmıştır. 2 gözde artmıştır. En az %20 basınç azalmasının trabekülektomi başarısı kabul edildiği bu çalışmada başarılı olan trabekülektomilerde OPA değeride yaklaşık 2mmHg azalmıştır. Preop ve post op OPA lar karşılaştırıldığında 2mmHg lık bir OPA düşüşünün uzun dönemde başarılı trabekülektomi için iyi bir prognostik faktör olduğu belirtilmiştir (195).

Villas-Boas ve arkadaşlarının 12 kontrol olgusunun 24 gözü, 21 PAAG olgusunun 38 gözünün incelendiği çalışmada GAT, NKT, DKT ve OPA değerleri günün farklı saatlerinde ölçülerek diurnal ritmin etkileyip etkilemediği araştırılmış, Tüm olgularda hem GİB hem de

OPA değerleri gün içinde değişiklik göstermiş. Glokom grubunda bu fluktuasyonlar daha hafif olarak gözlenmiş ve bu durum anti glokomatöz tedavi alıyor olmalarına bağlanmış. OPA değeri ortlamaları saat 5 de 2,2 mmHg iken saat 9 da 2,5 olarak saptanmış(196).

Grieshaber ve arkadaşlarının 29 sağlıklı olgu üzerinde yaptıkları, OPA, sistemik kan basıncı, kardiyak output parametreleri ve oküler parametrelerin karşılaştırıldığı bu çalışmada, OPA ortalaması 2,3±0,5 (1-4,9)mmHg bulunmuş. OPA ile sistemik kan basıncı arasında korelasyon görülmezken, aksiyel uzunluk(AL), sol ventrikül ejeksiyon zamanı ve GİB arasında anlamlı bir korelasyon saptanmış(197).

Stalmans ve arkadaşlarının 28 NTG, 19 PAAG ve 22 normal olguda OPA değerlerini karşılaştırdıkları bu çalışmada, Hem NTG hem de PAAG 'da OPA'nın normal olgulara göre daha düşük olduğu görülmüş. Normal olgularda OPA 3,3 mmHg ortalamasına sahipken NTG'de 2,2, PAAG'de 2,5 mmHg olarak bulunmuş. Ayrıca OPA değeleri ile DKT arasında uyum mükemmelken GAT ile korelasyon MKK'ye göre düzeltme yapıldıktan sonra sağlanmıştır(198).

Garbonaro ve arkadaşlarının ikizler üzerine yaptığı ilginç bu çaışmada,135 Monozigot(MZ) ve 129 Dizigot(DZ) ikizin OPA ve Korneal Histerezis(CH) değerleri araştırılmış. OPA ortalaması 2,88 mmHg iken Koneal histerezis 10,24 mmHg olarak bulunmuş. MZ ikizlerdeki OPA ve Korneal Histerezis arasındaki uyum (sırasıyla R=0,75, R=0,42) DZ ikizleden daha güçlü bulunmuş (R=0,59, R=0,32). OPA'nın ve Koneal histerezisin (CH) genetik özellik taşıdığı düşüncesini kuvvetlendirmiş(199).

Özçetin ve arkadaşlarının 70 hastanın 140 gözünde yaptıkları çalışmada OPA ortalamaları 2,94±1,04 bulunmuş, OPA ile GAT-DKT farkı arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmazken, OPA'nın artışıyla DAT-DKT farkının azaldığı gözlenmiş. DKT ve GAT ortalamaları ile OPA arasında, olumlu yönde anlamlı bir ilişki görülmüş, Yaş ile OPA arasında istatistiksel bir anlam saptanmamış, ayrıca cinsiyetin OPA üzerine etkisi değerlendirilmemişti (159).

Bizim çalışmamızda 31 sağlıklı 33 PAAG'lu olgular değerlendirildi, Pascal Dinamik Kontür Tonometre ile OPA değerleri ölçüldü ve kaydedildi. OPA ortalamalarını tüm olgularda **2,55±1,04 (0,7-5,4) mmHg** olarak bulduk. Bu ortalama literatürle uyumlu olduğu görüldü (140,150,152,159,182,189,190,193196,197,198,199)

Kontrol grubunda 2,57 mmHg, PAAG'de 2,54 mmHg iken her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p=0,894). Tüm glokom hastalarımız anti glokomatöz

tedavi almalarının ortalamalar arasında fark olmasını engellediğini düşündük. Literatürde

Tablo 14. Farklı araştırmacıların buldukları OPA ortalamaları

Araştırmacı	**OPA değeri**
Özçetin ve ark.	2,94
Kauffman ve ark.	3,0
Hoffman ve ark	3,08
Rompainen ve ark.	3,1
Punjabi ve ark.	2,86
Grieshaber ve ark.	2,3
Stalmans ve ark.	3,3
Villas Boas ve ark.	2,4
Gabonaro ve ark.	2,88
Total ortalama	**2,87 (2,3-3,3)**
Bizim çalışmamız	**2,55**

PAAG ve NTG'de OPA değerlerinin sağlıklı bireylerden daha düşük olduğunu ancak anti glokomatöz tedavi alan olgularda bu farkın ortadan kalktığını ve OPA'nın diurnal fluktuasyonlarının azaldığına dair pek çok yayın vardır(190,191,195,196).

OPA ile yaş, MKK, ve GİB arasındaki korelasyon araştırıldığında, OPA ile yaş (p=0,447) ve MKK (p=0,636) arasında anlamlı bir korelasyon saptanmadı (159,182,188,193). OPA ile GİB arasında istatistiksel olarak olumlu yönde, orta şiddette, çok anlamlı korelasyon olduğu görüldü, en güçlü korelasyon OPA ile DKT arasındaydı (R=0,401 p=0,001). Sırasıyla GAT (R=0,370 p=0,001) ve NKT (R=0,364 p=0,001) olarak hesaplandı. Bu bulgular literatürle uyumludur(159,174,198).

Hem basit lineer hem de çok regresyon analizleriyle OPA'nın yaş, cinsiyet, MKK, PAAG varlığı ile ilişkisi incelendiginde, OPA ile yaş (p=0,447), MKK (0,636) ve PAAG varlığından (p=0,894) istatistiksel olarak etkilenmediği görüldü. Tüm PAAG olgularımız tedavi altında olduğundan ve anti glokomatöz ilaçların OPA'yı etkiledikleri çok iyi bilindiğinden, PAAG arasındaki ilişki maskelenmiş olması kuvvetli muhtemeledir. Zira literatürde glokom olgularında OPA'nın sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğuna dair yayınlar olmakla beraber tedavi altındaki glokom hastalarında OPA ortalamalarının kontrol gruplarından daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalarda mevcuttur(159,173,182,185,188,190,191,193,196).

OPA ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı, kadınlar lehine, zayıf bir ilişki olduğu görüldü (R=0,249 p=0,001). Kadınlarda ortalama 2,81±1,16 mmHg(0,7-5,4) , erkeklerde ortalama 2,30±0,84 mmHg(1-4,6) iken kontrol ve PAAG grubunda da bu farkın korunduğu görüldü. Her ne kadar çarpıcı bir bulgu olsa da literatürde bu yönde kesin bir kanaat bulunmamaktadır. Kimi çalışmalarda cinsiyetten etkilenmediğini(182), kimi çalışmalarda hem cinsiyette hem de kadınlarda hormonal durumdan etkilendiğine dair bulgular vardır(173,186,). Bu bulgunun klinik önemi hakkında veri yoktur, geniş çalışmalar bu verinin desteklenmesi gerekir.

Sonuç olarak OPA, glokomun değisik tiplerinde farklı değerler aldığından glokom tipinin bir karakteristiği olabilir. Ancak bu konuda daha ileri çalısmalara ihtiyaç vardır. Literatürde bugüne kadar ideal OPA'nın kaç olduğu, hangi risk faktörlerinin OPA'yı azaltıp arttırdığı henüz tam olarak açıklanamamıştır. Bununla birlikte, OPA üzerinde yapılacak çalışmalar, onun klinikteki önemini daha da iyi aydınlatacaktır.

5.SONUÇLAR

Çalışmamızla beraber özet olarak şu sonuçlar ortaya çıkmıştır.

1. DKT ile GAT ve NKT (Pulsair intellipuff, Keeler) ile alınan GİB ölçüm değerlerinin hem PAAG ve he de kontrol grubundaki olgularda yüksek korelasyon gösterdiği tespit edildi. GAT ile DKT korelasyonu en güçlü olanıydı.

2. DKT yönteminin, PAAG ve kontrol grubundaki olgularda GAT ve NKT yöntemlerine göre daha yüksek GİB ölçümü yaptığı saptandı. DKT ile NKT farkı (2,14 mmHg) , DKT ile GAT farkından (1,51 mmHg) daha fazla olduğu görüldü.

3.GAT yönteminin, PAAG ve kontrol grubundaki olgularda NKT yöntemine göre daha yüksek GİB ölçümü yaptığı saptandı (GAT ile NKT farkı 0,63 mmHg).

4. Tüm olgular toplu olarak değerlendirildiğinde GAT , NKT ve DKT ölçümlerinin MKK ile pozitif korelasyon gösterdiği ve bu korelasyonun NKT ve GAT'ta daha yüksek, DKT'de çok daha düşük olduğu bulundu.

5. DKT ile GAT ve NKT yöntemleri arasındaki GİB ölçüm değeri farkının, ince kornealarda kalın kornealara göre daha fazla olduğu saptandı. Kontrol ve PAAG gruplarında bu fark değişmemekteydi.

6. GAT, DKT ve NKT ile GİB ortalamalarının MKK'dan etkilendiğini ve bu farkın kalın kornealı gözlerden kaynakladığı görüldü.

7.Lineer regresyon analizi ve çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre GAT, NKT ve DKT ölçümlerinin cinsiyet, PAAG varlığı ve yaş faktörleri ile ilişkili olmadığı ama üç yöntemin de MKK ile ilişkili olduğu görüldü. GAT ve NKT ile MKK arasındaki ilişkinin DKT ile MKK arasındaki ilişkiden çok daha önemli olduğu görüldü.

8. Lineer regresyon analizi ve çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre OPA'nın yaş, MKK ve PAAG varlığıyla ilişkili olmadığı, PAAG ve kontrol grubunda OPA'nın benzer olmasının antiglokomatöz ilaç kullanımıyla normal düzeylere gelmesi sonucu olduğu düşünüldü.

9.OPA ile GİB arasında güçlü bir korelasyon saptandı ve bu korelasyon DKT yöntemiyle ölçülen GİB ile korelasyon daha belirgindi

10. OPA ile cinsiyet arasında; kadınlar lehine, zayıf düzeyde, istatistiksel anlamlı ilişki olduğu görüldü, bu bulgunun klinik önemi hakkında fikir edinilemedi.

Bu çalışma, DKT yöntemi ile yapılan GİB ölçümlerinin GAT ile son derecede korele olduğunu ve DKT yönteminin MKK'ından GAT'a göre daha az etkilendiğini göstermiştir. Ayrıca DKT yönteminin özellikle ince korneası olan hastalarda GAT'a göre anlamlı derecede daha yüksek GİB değerleri elde ettiğini ortaya koymuştur. DKT yöntemi,

MKK'ından GAT'göre daha az etkilenme özelliği de göz önünde bulundurulduğunda günlük pratikte kullanılabilecek bir yöntemdir. Pulsair İntellipuff (Keeler) NKT klinik kullanımı kolay, taşınabilme avantajıyla uyumu zayıf ve immobil hastalarda ölçüm yapma imkanı vermesi avantajları yanında, Özellikle DKT'den düşük ölçüm yapması ve MKK ile çok ciddi ilişkisi olması nedeniyle glokom tanı ve tedavinin takibinde, GAT ve DKT'ye tercih etmemek gerekir.

GAT GİB ölçümü için altın standarttır. GAT kornea kalınlığına ve korneanın diğer mekanik parametrelerine önemli ölçüde bağlıdır. Normalden daha ince kornealarda GİB düşük, daha kalın kornealarda yüksek ölçülebilir. MKK ya göre GİB'nın ayarlanması MKK' nin çok değişkenli bir risk faktörü oluşunu ortadan kaldırmayacaktır.

DKT non-invazif ve doğrudan GİB ölçümü için geliştirilmiş yeni bir teknolojidir ve kornea kalınlığı ya da kornea elastikliği ne olursa olsun GİB'i doğru bir şekilde ölçebilmektedir. Ayrıca ölçüm kalitesini kendisi bildirerek daha objektif bir ölçüm sağlamaktadır. DKT korneaya uygulanan kuvveti değil basıncı ölçer. OPA ölçümünü ve diyastolik GİB'i ölçümüne imkan verir.

GAT için farklı düzeltme tabloları sunulmustur. Fakat DKT kornea kalınlığından bağımsızdır, düzeltme tablosu gerektirmez.

DKT özellikle LASIK yapılan gözlerde GİB ölçümü için uygundur. Refraktif cerrahi sonrası değişen biomekanik özellikler tek başına MKK den bağımsız olarak da GİB ölçümünü bozabilir.

DKT için 4-5 saniye ölçüm dönemi gerekir ve nistagmus olan ya da uyumsuz hastalarda kullanılması zordur.

DKT keratokonus ya da kornea yaralanmaları gibi hastalıklarda ya da çocukluk çağı glokomunda değerlidir ancak daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

DKT daha doğru GİB ölçümleri sağlayan ve dolayısıyla oküler hipertansiyonun ve glokomun daha iyi bir şekilde yönetimine imkan veren, umut verici bir teknolojidir.

OPA koroidal perfüzyonun dolaylı bir göstergesidir ve zamanın bir fonksiyonu olarak kalp pulsuna karşılık gelen oküler kan akımını yansıtır. Dolayısı ile glokom gibi hastalıklara katkıda bulunabilir.

DKT transkorneal basıncı korneadan minimal deformasyonla ölçer. Günlük pratikte PAAG tanısında, eşik GİB değerlerinin GAT ölçümleri altın standart kabul edilerek belirlendiği düşünülürse DKT yöntemi kullanıldığı takdirde yeni eşik değerlerinin belirlenmesinin gerekli olup olmadığı ile ilgili daha geniş hasta sayılı prospektif çalışmaların gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

REFERANSLAR

1.Ozcetin H,glokom ve tipleri, in: Goz tansiyonu ve glokomlar ,Sec. Ed. Ozcetin H. Jan.2009.343

2. Watson P G, Jakeman C, Ozturk M, Berett F, Khawy K T: The complications of trabeculectomy. (a 20 year follow-up) Eye, 4;425-438, 1990

3. Flammer J: Glokom. Aydın P (çev. ed.) Pharma Graph Tasım Tasarım Organizasyon Ltd. Şti. İstanbul, 25-90:2003.

4.Ozcetin H, gozici basıncı ve glokomlar B1.VI Ed. Ozcetin H. Klinik goz hastalıkları, Nobel Tip kitabevleri, İstanbul, 2003,137-182

5 Donald L, Budenz MD: Subspecialty Day 1998 -Glaucoma. Update on early diagnosıs and progressıon of glaucoma. 1998 34-37.

6. Yanoff M, Duker J S.: Ophtalmology 1998 Section 12 Glaucoma.

7. Kanski J : Clinical Ophtalmology Third edition 1994. The Glaucomas 233-279.

8. Prof. Dr. Bengisu Ü: Göz Hastalıkları 4. Basım Subat 1998 Glokom -9. Bölüm S.139-158.

9. Hoskins Jr. HD, Kass M. Introduction and Classification of the Glaucomas, Becker-Shaffers Diagnosis and Therapy of the Glaucomas-Sixth Edition, Klein EA.the c.v. Mosby Company, St. Louis, Toronto, Baltimore, 1989 s:l-9.

10. Hoskins Jr.HD, Kass M: Primary öpen angle glaucoma, Becker-Shaffers Diagnosis and Therapy of the Glaucomas-(Sixth Ed), Klein EA. the c.v.Mosby Company, St.Louis, Toronto, Baltimore, 1989 s: 277-301.

11. European Glaucoma Society, Guidness and Terminology, Dogma, Savona 2005-6

12.Choplin TN, Classification of Glaucoma, in: Atlas of Glaucoma Sec Ed., Choplin TN, Lundy DC, Informa, London,2007,10

13. Caprioli J. The ciliary epithelia and aqueous humor. Chapter 7 Adler'sPhysiology of the Eye. Hart WM. Nineth edition. St. Louis. Mosby-Year Book 1992; 228-247.

14. Shields B: Aqueous humor dynamics I. Anatomy and physiology. Textbook of Glaucoma. Third edition. Baltimore. Williams&Wilkins, 1992; 5-36.

15. Morrison JC, Freddo TF. Anatom, microcirculation and ultrastructure of the ciliary body. Chapter The Glaucomas. Volume I. Ritch R, Shields MB, Krupin T . Second edition. St. Louis. Mosby-Year Book 1996; 125-138.

16. Stamper LR, Lieberman MF, Drake MV. Aqueous humor dynamics. Becker- Shaffer's diagnosis and therapy of the glaucomas. Mosby, st. Louis;1999, s:19-

17. Krupin T: Aqueous Dynamics, Manual of Glaucoma. New York. Churchill Livingstone, 1988; 1-5.

18. Jack J. Kanski. The Glaucomas. Chapter 8. Clinical Ophthalmology. Third edition. Glasgow. Butterworth-Hainemann. 1997; 233-284.

19. Krupin T, Civan M. Physiologic basis of aqueous humor formation. Ritch R, Shields MB, Krupin T(eds): The Glaucomas. Vol 1. Mosby, st. Louis; 1996,s:251-280

20. Alm A. Aqueous flow. Weinreb RN, Kitazava Y, Krieglstein GK (eds): Glaucoma in the century. Mosby, St Louis; 2000, s:81-88

21. Kanski JJ. Çev: Orağlı KM. Klinik Oftalmoloji, 4. baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2001;183 – 190.

22. Brubaker RF. Flow of aqueous humor in humans. The Friedenvald lecture. İnvest Opthalmol Vis sci. 1991, 32:3145-3166

23. Krupin T, Civan M. Physiologic basis of aqueous humor formation. Chapter 12.The Glaucomas. Volume I. Ritch R, Shields MB, Krupin T. Second edition. St.Louis. Mosby-Year Book 1996; 251-280.

24. I. Yalvaç. Glokom. 11. Bölüm. Temel Göz Hastalıkları. Aydın P, Akova YA. Ankara. Güneş Kitabevi. 2001; 259-274.

25. Kanski JJ. Çev: Orağlı KM. Klinik Oftalmoloji, 4. baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2001;185-186

26. Lütjen-Drecol E. Normal morphology of the uveoscleral outflow pathways. Alm A, Weinreb RN (eds):Uveoscleral outflow. Mosby-Wolfe, London;1998, p:7-24

27. Kaufmann PL: Aqueous humor dynamics, clinical ophthal, CH; 1986:45

28. Orhan M: Glokom. Turaçlı M E., Onol M, Yalvaç S I (ed.ler): SFN Televizyon Tanıtım Tasarım Ltd. Şti. Ankara, 2003: 4-9

29. Johnstone MA, Grant WM: Pressure-dependent changes in structure of the aqueous outflow. System of human and monkey eyes. Am J Ophthal 1973; 73:365.

30. Smith MF, Doyle JW. Clinical Examination of glaucoma. In Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. St. Louis MO: Mosby 1999. 12-4-1 – 12-4-10.

31. Schottenstein EM. İntraocular pressure and tonometry.Ritch R, Shields MB, Krupin T (eds): The Glaucomas.Vol 1 Mosby, st. Louis;1996, s:407-428

32. Zeimer RC. Circadien variations in intraocular pressure.Ritch R, Shields MB, Krupin T (eds): The glaucomas. Vol 1 Mosby, st Louis; 1996, s:429-445

33. Shields B. Intraocular pressure and tonometry. Chapter 4. Textbook of Glaucoma. Third edition. Baltimore, Williams&Wilkins, 1992: 53-83.

34. Schottensteine EM: Tonometry, Glaucoma, Voli Ch; 15,301

35. Backer-Schaffer's Diagnosis and therapy of the glaucomas: Intraocular pressure, Ch:5;67:1989.

36. Armaly, MF: Age and sex correction of applanation pressure, Arch. Ophthal. 78;180-184:1967

37. Shapiro A: The physiological changes that may affect intraocular pressure, Ann. Of ophthal, October 895:1983.

38. Brubaker RF, Nagataki S, Townsend DJ, Burns RR, Higgins RG, Wentworth W. The effect of age on aqueous humor formation in man. Ophthalmology. 1981; 88: 283.

39. Coleman AL, Wilson MR. Risk factor assessment and glaucoma screening Ophthalmology clinics of North America. 2000 Volume 13(3): 349-359.

40. Ehlers N, Bromsen T, Sperling S: Applanation tonometry and central corneal thickness, Acta Ophtal. 53;34-43:1975.
41. Venecia G, Davis M: Diurnal variation of intraocular pressure in the normal eye.Arch of ophthal. 69;112-117:1963.
42.AAO, Glaucoma, Sec.10: Basis and clinical Science Course,2005-2006
43. Saricaoglu MS, Glokomun molekular genetigi, Glokom-Katarakt,2006;1 231-232
44. Abdalla MI, Hamdi M: Applanation ocular tension in the myopia and emmetropia, Br J. Ophthal 54;122:1970.
45. David R, and et al: The correlation between intraocular pressure and refractive status. Arch Ophthal 103;1812-1815:1985.
46. Kitazawa Y MD, Horic T MD: Diurnal variation of intraocular pressure in primary open-angle glaucoma, Am. J. Ophthal 79;557-566,1975.
47. Armaly MF, Salamoun SG: Schiotz and applanation tonometry, Arch Ophthal.70;61-71:1963.
48. Krupin T: Methods of measuring intraocular pressure. Manual of Glaucoma.New York, Churchill Livingstone 1988. 7-18.
49. Shiose Y. The aging effect on intraocular pressure in an apparently normal population. Arch. Ophthalmol. 1984; 102: 883-7.
50. Yanoff M, Duker J S.: Ophtalmology 1998 Section 12 Glaucoma.
51. Kanski J : Clinical Ophtalmology Third edition 1994. The Glaucomas 233-279.
52. Prof. Dr. Bengisu Ü: Göz Hastalıkları 4. Basım Subat 1998 Glokom -9. Bölüm S.139-158.
53. Hoskins Jr.HD, Kass M: Primary öpen angle glaucoma, Becker-Shaffers Diagnosis and Therapy of the Glaucomas-(Sixth Ed), Klein EA. the c.v.Mosby Company, St.Louis, Toronto, Baltimore, 1989 s: 277-301.
54. Wilensky ST. Epidenıiology of open-angle glaucoma. Kaufman PL, Mittag TW. Glaucoma, in Podos SM, Yanoff M (ed): Textbook of Ophthalmology, Mosby,London,1994 8.29-8.33.
55. Fcoph LS. Co-factorial glaucomas and risk factors. Glaucoma.1990: 12: 9-15.
56. Robin AL, Barnebey HS, Harris A, Osborne N. Glaucoma management: Beyond intraocular pressure. Ophthalmology Times.1997: 22 (Suppl 2). S1-S23.
57. Palmberg P, Wiggs JL. Mechanisms of glaucoma. in: Ophmalmology. Yanoff M, Duker JS (eds). Mosby, London:1999, pp 12.3.1-8.
58. Turaçlı E. Primer glokom. T. drainage. Kaufrnan PL, Mittag TW. Glaucoma, in: Podos SM, Yanoff M (ed). Textbook of Ophthalmology, Mosby, London: 1994,pp 1.1-16.
59. Rosenberg LF, Krupin T. Pimary open-angle glaucoma. in: Ophthalmology. Yanoff M, Duker JS (eds). Mosby, London: 1999pp 12.11.1-6.
60. Sürel Z.: Steroid glokomu, Haznedaroğlu G, Andaç K, Erbakan G ve ark(ed.ler). XXI. Ulus Türk Oft Kong (1987), Cilt 1. izmir; Karınca Matbaacılık, 1988s 1-15.
61. Çetin T, Eltutar K, Beskardes S: Sekonder glokom etyolojisi, olgularımızın dağılımı. T Oft Gaz 1992;22: 565-569.
62. Gür B, Aksu G, Apaydın KC, Karpuzoğlu T, Yeğin O, Yakupoğlu G: Steroid katarakt ve glokomu (HLA antijenlerinin rolü).1992, T Oft Gaz 21: 347-352.
63. Waltman SR, Yarian D. Antinuclear antibodies in open angle glaucoma. 1974;Invest Ophthalmol Vis Sci 13: 695-697.
64.Klin Oftalmol, Glokom özel sayısı. Günalp D, Özkan matbaacılık, Ankara: 1992,pp 14-21.
65. Schumer RA, Podos SM. The nerve of glaucoma. Arch Ophthalmol.1994: 112:37-44

66. Sturmer J., Bernasconi P., Caubergh M.J., Frei C., Yanar A., Gloor B. Value of Scanning Laser Ophtalmoscopy and Polarimetry compared with perimetry in evaluating glaucomatous changes in the optic papilla and nerve fiber layer. Ophtalmology. 1996; 5: 520-526.
67. Varma R., Minckler D.S. Anatomy and pathophysiology of the retina and optic nerve. in: The glaucomas. Ritch R., Shields M.B., Krupin T. eds. Mosby, St. Louis, 1996, Vol 1, pp. 139-175.
68. The Glaucomas. in: Kanski JJ. Clinical Ophthalmology, Buttenvort-Heinemann Ltd, Oxford: 1994 pp 233-284.
69. Fechtner RD, Weinreb RN. Mechanisms of optic nerve damage in primary open angle glaucoma. Surv Ophthalmol 1994:39: 23-42.
70. Van Buskirk EM, Cioffi GA. Glaucomatous optic neuropathy. Am J Ophthalmol . 1992;113: 447-452.
71. Boles-Carenini B, Brogliatti B, Boles-Carenini A, Sibour G, Demarie G. Ischemia and glaucoma. New Trends in Ophthalmol.1993; 8: 75-80.
72. Quigley HA, Hohman RM, Addicks EM, Massof RW, and Green WR. Morphologic changes in the lamina cribrosa correlated with neural loss in open-angle glaucoma. Am J Ophthalmol.1983; 95: 673-691.
73. Hayreh SS, Zimmerman MB, Podhajski P, Alward WL. Nocturnal arterial hypotension and its role in optic nerve head and ocular ischemic disorders. Am J Ophthalmol.1994; 117: 603-624.
74. Hayreh SS, Podhajsky P, Zimmerman MB. Role of noctumal arterial hypotension in optic nerve head ischemic disorders. Ophthalmologica .1999;213: 76-96.
75. Ronald LF, Gonioscopy. in: Choplin TC, Lundy DC (EDS). Atlas ofglaucoma.Martin Dunitz Ltd.London 1998;s 39-55
76. Budenz DL. Atlas of visual fields.New York, Lippincott-Raven, 1997
77. Flammer J, Kaiser HJ. Visual field atlas. Basel, Buser, 1992
78. Werner E. The Humphrey visual field analyzer, in Werner (ed): Manual of Visual Fields Churchill Livingstone, New York, s: 67-89, 1991.
79. Haley MJ. The Field Analyzer Primer. Allergan Humphrey, San Leandro, CA, s:6-11, 1989.
80. Kaiser HJ, Flammer J. Visual Field Atlas, University Eye Clinic, Basel, s:11-29,1992.

81. Bickler-Bluth M, Trick GL, Kolker AĞ, Cooper DG. Assessing the utility ofreliability indices for automated visual fields. Ophthalmology 96: 616, 1989.
82. Katz J, Sommer A. Reliability indices of automatad perimetric tests. ArchOphthalmol 106: 1252, 1988.
83. Kaiser HJ, Flammer J. Visual Field Atlas, University Eye Clinic, Basel, s:31-54,1992.
84. İzgi B. Bilgisayarlı normal görme alanı ve etkileyen faktörler. T Oft Gaz 22:609,1992.
85. Haley MJ. The Field Analyzer Primer. Allerga Humphrey, San Leandro, CA ,s: 134-137,1989.
86. Werner E. Glaucoma, in Werner (ed): Manual of Visual Fields ChurchillLivingstone, New York, s: 125-150, 1991.
87. Haley MJ. The Field Analyzer Primer. Allergan Humphrey, San Leandro,CA, s: 67-83,1989.
88. Werner E. Opacities of ocular media, in Werner E(ed). Manual of Visual Fields: Churchill Livingstone, New York, s: 111-115, 1991.
89. Fujimoto JG, Hee MR, Huang D, et al.: Principles of optical coherence tomography. In Schuman JS, Puliafito CA, Fujimoto JG: Optical coherence tomography of ocular diseases. Second edition. Thorofare,NJ: Slack Inc.2004,P:3-20.
90. Schuman JS, Pedut-Kloizman T, Hertzmark E, et al.: Reproducibility of nevre fiber layer thickness measurements using optical coherence tomography. Ophthalmology. 1996;103:1889-1898.
91. Puliafito CA, Hee MR, Lin CP, et al.: Imaging of macular diseases with optical coherence tomography. Ophthalmology. 1995;102:217-229.
92. Quigley HA, Addicks EM.: Quantitative studies of retinal nerve fiber layer defects. Arch Ophthalmol. 1982;100:807-812.
93. Schuman JS, Wollstein G, Farra T, Aydın A, et al.: Comparison of optic nevre head measurements obtained by optical coherence tomography and confocal scanning laser ophthalmoscopy. Am J Ophthalmol. 2003;135:504-512.
94. Zangwill LM, Bowd C, Berry CC, et al.: Discriminating between normal and glaucomatous eyes using Heidelberg Retina Tomograph, GDx Nerve Fiber Analyzer, and optical coherence tomograph. Arch Ophthalmol. 2001;119:985-
95. Ozcetin H. Göz tansiyonu ve glokomlar, H. Ozcetin, Göziçi basıncı ölçümü ve tonometreler, genişletilmiş 2. baskı . ocak 2009, 55-99
96. Yanoff M., Duker JS, ophtlamoloji Türkçe çevirisi, Glokomun Klinik Muayenesi, değerlendirme ve teşhis kısım 213, M. F. Smith,j. W. Doyle, çeviri: M Eraslan.2007 1431-32
97.AAO, temel ve klinik bilimler kursu cilt 10, çev ed. O'Dwyer PA, bölüm 2 Göz içi Basıncı ve hümör aköz dinamikleri.günes tip kitabevi 2008-2009 p26-31
98.Ozcetin H. Göziçi basıncı ve glokomlar B1.VI, Ed. Ozcetin H. Klinik Göz Hastalıkları, Nobel Tıp kitabevleri, İstanbul 2002, 137-182
99. Kronfeld PC: The history of glaucoma In: Rithch R, Shields MB, Krupin T (eds): The glaucoma, 2nd ed, volume 1, 18st Louis, Mosby,1996; 385-398.
100. Schottenstein EM. İntraocular pressure and tonometry.Ritch R, Shields MB, Krupin T (eds): The Glaucomas.Vol 1 Mosby, st. Louis;1996, s:407-428
101. Krupin T: Methods of measuring intraocular pressure. Manual of Glaucoma. New York, Churchill Livingstone 1988. 7-18.
102. Ertürk H: Klinik muayene yöntemleri. 4. Bölüm. Temel Göz Hastalıkları. Ayan P, Akova YA. Ankara, Güneş Kitabevi, 2001: 53-70.
103. Schottenstein EM. Intraocular pressure and Tonometry. In: The Glaucomas VolI. Ritch R, Shields MB, Krupin T (Eds). Mosby, St Louis.1996;411-421.
104. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. Surv Ophthalmol. 1993;38(1):1-30.
105. Moses RA. Fluorescein in applanation tonometry, Am J Ophthalmol.1960;49:1149
106. Goldmann H. Applanation tonometry. In Neweli FW, ed: Conference on glaucoma, Transactions of the second conference, Princeton, NJ, Josiah Macy,Jr. Foundation, 1957
107. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. Am J Ophthalmol.1993;115:592-596.
108. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thicknesss. Acta Ophthalmol.1975;53:34-43.
109. Simon G. Effect of corneal hydration on Goldmann applanation tonometry and corneal topography, Refract Corneal Surg.1993;9:110.
110. Mark HH. Corneal curvature in applanation tonometry. Am J Ophthalomol.1973;76:223.
111. Holladay JT, Allison ME, Prager TC. Goldmann applanation tonometry inpatients with regular corneal astigmatism. Am J Ophthalmol. 1983;96:90.
112. Krakau C, Wilke K. On repeated tonometry. Acta Ophthtalmol.1971;49:611.
113. Rafuse PE, Mills DW, Hooper PL, Chang TS, Wolf R. Effects of Valsalva's manoeuvre on intraocular pressure. Can J Ophthalmol.1994;29(2):73-6.
114. Moniz E. Removal of hepatitis B surface antigen from contaminated applanation tonometer. Am J Ophthalmol. 1981;91:522.
115. Thornburn W. The accuracy of clinical applanation tonometry. Acta Ophthalmol (Copenh).1978;56:1.
116. Assia, Ehud, Bartov E: Disposible parafilm cover for the applanation tonometer, Am J. Ophthal, 102;397-398:1966.
117. Hanhenberger R: Applanationtonometry in the conscious cynmolgus Monkey, Acta Ophthal, 54;311-319: 1976.
118. Quickert M: A florescein-anesthetic solution for applanation tonometry, Arch Ophthal, 77;734-739:1967.
119. Roper DL: Applanation tonometry with and without florescein, AJ. Ophthal, 90;668-671:1980.

120. Schottenstein EM. Intraocular pressure and tonometry. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. The Glaucomas, Missouri, Mosby,1996;407-28.
121. Yalvaç I. Glokom. In:Aydın P, Akova YA,eds,Temel Göz Hastalıkları, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001; 261-273.
122. Smith MF, Doyle JW. Clinical Examination of glaucoma. In Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. St. Louis MO: Mosby 1999. 12-4-1 – 12-4-10.
123.Congdon NG, Broman AT, Banden-Roche K, Grover D, Quigley HA, Central Corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage, Am J. Ophthalmology.2006;141:868-875
124. Demirbay P, Koç F, Yarpuz M, Erdinç E, Şen E, Kargı Ş, Fırat E: Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu ve fakoemulsifikasyon cerrahisi sonrası göz içi basınç değişimi. MN Oftalmoloji 2001 Volume:8; 346-348.
125. Kanngiesser HE, Nee M, Kniestedt C, et al.: The theoretical foundations of dynamic contour tonometry. The Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology. Poster 350.
126. Pascal Dynamic Contour Tonometer Operating Manuel, version 1.4, SMT Swiss Microtechnology AG. 2004:30-32.
127. Kniested C. Nee M, Stamper RI, Accuracy of dynamic contour tonometry compared with applanation tonometry in human cadaver eyes of different hydrantion states, Graefes Arch Clin. Exp ophthalmology,2005;243:359-366
128. Turaçlı E, Bardak Y. Glokom ve renkli doppler görüntüleme. TK Oftalmoloji 1995;4(2):167-174.
129. Glokom, Amerikan Academy of Ophthalmology 2008-9, bölüm 3, klinik değerlendirme. AAO / Glokom 2009/33-83
130. Kanski JJ. Çev: Orağlı KM. Klinik Oftalmoloji, 4. baskı, Nobel Tıp Kitabevleri,İstanbul 2001;209.
131. Klein BEK, Klein R, Sponsel WE, et al. Prevalence of glaucoma: The Beaver Dam Eye Study. Ophthalmology 1992;99:1499-1504.
132. Kanski JJ. Çev: Orağlı KM. Klinik Oftalmoloji, 4. baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2001;205.
133. Harju M. Intraocular pressure and progression in exfoliative eyes with ocular hypertension or glaucoma. Acta Ophthalmol Scand 2000 Dec; 78(6):699-702.
134. Goldmann H, Schmidt T.: Über Applanationstonometrie. Ophthalmologica 1957;134;221-242.
135. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S.: Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol 1975;53:34-43.
136. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K.: The effect of corneal thickness on applanation tonometry. Am J Ophthalmol 1993;115:592-596.
137. Doughty M, Zaman M. Human corneal thickness measures:a review and metaanalysis approach. Surv Ophthalmol. 2000;44:367-408.
138. Gordon The Ocular Hypertension Treatment Study. Baseline factors thatpredict the onset of primary open angle glaucoma. Arch Ophthalmol.2002;120:714-720.
139. Arıtürk N.: Glokomda santral korneal kalınlık ölçümü ve önemi. Glokomkatarakt2006;1:1-6.
140-Esther M Hoffmann, Franz H Grus and Norbert Pfeiffer. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. BMC Ophthalmology 2004; 4: 4-11.
141-Claude Kaufmann, Lucas M. Bachmann, and Michael A. Thiel. Comparison of Dynamic Contour Tonometry with Goldmann Applanation Tonometry. IOVS 2004;45(9):3118-21.
142-Kamppeter BA, Jonas JB. Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. Am J Ophthalmol 2005; 140:318-20.
143-Kotecha A, White ET, Shewry JM, Garway-Heath DF. The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. Br J Ophthalmol 2005; 89: 1572–75.
144-Burvenıch H, Burvenıch E, Vıncent C. Dynamıc Contour Tonometry (DCT) Versus Non-Contact Tonomtry (NCT):A Comparıson Study. Bull. Soc. belge Ophtalmol.2005; 298: 63-9.
145-Pache M, Sonja Wilmsmeyer, Sonja Lautebach Jens Funk. Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 2005; 243: 763–67.
146-Doyle A, Lachkar Y. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldman applanation tonometry over a wide range of central corneal thickness. J Glaucoma 2005; 14: 288–92.
147-Barleon L, Hoffmann EM, Berres M, et al. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in glaucoma patients and healthy subjects. Am J Ophthalmol 2006; 142:583–90.
148-Barreto J, Mirko B, Roberto MV, Remo S, Dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry ın eyes with keratoconus. Clınıcs 2006;61: 511-4.
149-Zeynep O, MD, Elisabeth J. Cohen, MD, Kristin M. Hammersmith, MD, and Christopher J. Rapuano, MD. Dynamic Contour Tonometry A New Way to Assess Intraocular Pressure in Ectatic Corneas. Cornea 2006;25: 890–94.
150-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: 191–98.
151-Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement: comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. J Glaucoma 2006; 15:2–6.
152-Kniestedt C, Lin S, Choe J, et al: Correlation between intraocular pressure, central corneal thickness, stage of glaucoma, and demographic patient data prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations. J Glaucoma 2006;15: 91-7
153-Öztürk F, Kusbecı T, Ermiş SS, Kaplan U, Inan UU. Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz içi Basınç Değerlerinin Goldmann Applanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre ve Tonopen ile Karsılastırılması ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi. J of Gloucoma-cataract 2006;1(3):171-5.

154-Erdurmus M. Totan Y. Yagci R. Aydin D. Hepsen F Primer Açık Açılı Glokom ve Oküler HipertansiyondaDinamik Kontur Tonometre ve Non-Kontakt Tonometrenin Karsılastırılması Turkiye Klinikleri J Ophthalmol 2007, 16:108-113
155- Mumcuoğlu T, O. Dağlı, V. Hürmeriç, C. Erdurman, A. Bayer,A.H. Durukan Pascal dinamik kontur tonometre parametrelerinin güvenilirliği. Gülhane Tıp Dergisi 2009; 51: 149-151
156- Pelit A.,R. Altan-Yaycioglu,A. Pelit Y. A Akova 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: 14–18
157-Andreas G. Boehm, Anja Weber, Eberhard Spoerl, Rainer Koch, and Lutz E Pillunat. Dynamic Contour Tonometry in Comparison to Intracameral IOP Measurements. IOVS 2008;49(6):2472-77.
158-Andreas G. Boehm, Anja Weber, Lutz E. Pillunat, Rainer Koch, and Eberhard Spoerl Dynamic Contour Tonometry in Comparison to Intracameral IOP Measurements Investigative Ophthalmology & Visual Science, June 2008, Vol. 49, No.6 2472-8
159- Özçetin H. Atasoy, Pascal dinamik kontür tonometre ile Goldmann aplanasyon tonometrelerin karşılaştırılması. Öz tansiyonu ve glokomlar, genişletilmiş 2. baskı Nobel Tıp kitapevi İstanbul. 2009 83101
160-Maria L. Salvetat, Marco Zeppieri, Claudia Tosoni and Paolo Brusini. Comparisons between Pascal dynamic contour tonometry, the TonoPen, and Goldmann applanation tonometry in patients with glaucoma. Acta Ophthalmol. Scand. 2007: 85: 272–79.
161-Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, et al: Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following Lasık using static, dynamic, and noncontact tonometry. Am J Ophthalmol 2007;143: 39-47
162-Yasar T, Yener IH, Demirok A. Normal Santral Kornea Kalınlıklı Bireylerde Göz içi Basıncı ölçümünde Goldmann Apalnasyon Tonometri ile Dinamik Kontur Tonometrinin karsılastırılması. Glokom-katarakt 2007;2:241-44.
163-Sonja Herdener, Mona Pache, Sonja Lautebach, Jens Funk. Dynamic contour tonometry (DCT) versus Goldmann applanation tonometry (GAT) -a comparison of agreement and reproducibility. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 2007; 245:1027–30.
164-Kırsten E Hamılton, Davıd C. Lawrence KAO, Nhung PHAM and An-Quyen Nguyen Tran. The Effect of Corneal Edema on Dynamic Contour and Goldmann Tonometry. Optom Vis Sci 2008;85: 451–56.
165-Jooeun Lee, Chang Hwan Lee, Jaewan Choi, Sam Young Yoon, Kyung Rim Sung, Seong Bae Park, Michael S. Kook, Comparison Between Dynamic Contour Tonometry and Goldmann Applanation Tonometry Korean Journal of Ophthalmology 2009;23:27-31
166-Burvenich H., Burvenich E. ,Vincent C DCT versus NCT; a comparison study Bull. Soc. belge Ophtalmol.,
298, 63-69, 2005.
167-Kelechi C. Ogbuechi, PhD, and Tuki M. Almubrand, PhD
Accuracy and Reliability of the Keeler Pulsair EasyEye Non-Contact Tonometer Optom Vis Sci 2008;85:61–66)
168-V A Parker, J Herrtage, N J C Sarkies Clinical comparison of the Keeler Pulsair 3000 with Goldmann applanation tonometry Br J Ophthalmol 2001;85:1303–1304
169-Von Schulthess SR, Kaufmann C, Bachmann LM, et al. Ocular pulse amplitude after trabeculectomy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2006;244: 46–51.
170-Weizer JS, Asrani S, Stinnett SS, Herndon LW. The clinical utility of dynamic contour tonometry and ocular pulse amplitude. J Glaucoma (in press).
171-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
172-Silver DM, Farrell RA: Validity of pulsatile ocular blood flow measurements. Surv Ophthalmol. 1994;38: 72-80.
173-Perkins E.S. The Ocular pulse ampllitude; Current Eye Res 1981;1;19-23.
174-Silver DM, Geyer O: Pressure volume relation for the living human eye. Curr Eye Res. 2000;20: 115-20.
175-To'mey KF, Faris BM, Jalkh AE, et al: Ocular pulse in high myopia: a study of 40 eyes. Ann Ophthalmol. 1981;13: 569-71.
176-Shih YF, Horng IH, Yang CH, et al: Ocular pulse amplitude in myopia. J Ocul Pharmacol.1991;7: 83-87.
177-James CB, Trew DR, Clark K, et al: Factors influencing the ocular pulse axial length. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 1991;229:341-44.
178-Mc Brien NA, Gentle A: Role of the sclera in the development and pathological complications of myopia. Prog Retin Eye Res. 2003;22: 307-38.
179-Avetisov ES, Savitskaya NF: Some features of ocular microcirculation in myopia. Ann Ophthalmol. 1977;9: 1261-64.
180-Akyol N, Kukner AS, Ozdemir T, et al. Choroidal and retinal blood flow changes in degenerative myopia. Can J Ophthalmol. 1996;31: 113-19.
181-Shih YF, Fitzgerald ME, Norton TT, et al: Reduction in choroidal blood flow occurs in chicks wearing goggles that induce eye growth toward myopia. Curr Eye Res. 1993;12: 219-27.
182-Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, et al: Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. Arch Ophthalmol. 2006;124:1104 08.
183-Ravalico G, Toffoli G, Pastori G, et al: Age-related ocular blood flow changes. Invest Ophthalmol Vis Sci.
1996;37: 2645-50.
184-Bynke HG, Schele B: On the origin of the ocular pressure pulse. Ophthalmologica. 1967; 153: 29-36.
185-Schilder P. Ocular blood flow responses to pathology of the carotid and cerebral circulations. Surv Ophthalmol.
1994; 38: 52-58.

186-Centofanti M, Bonini S, Manni G, et al. Do sex and hormonal status influence choroidal circulation? Br J Ophthalmol. 2000;84: 786-87.
187-Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in African American sub-jects. Ophthalmology 2007; 114:658–65.
188-Sayeh Pourjavan, Pierre-Yves Boelle, Michele Detry Morel, Patrick De Potter. Physiological diurnal variability and characteristics of the ocular pulse amplitude (OPA) with the dynamic contour tonometer (DCT-Pascal). Int Ophthalmol 2007;27: 357–60.
189-Viestenz A, Langenbucher A, Viestenz A: Reproducibility of Dynamic Contour Tonometry. Comparison with TonoPenXL and Goldmann Applanation Tonometry-A Clinical Study on 323 Normal Eyes. Klin Monatsbl Augenheilkd. 2006;223:813-19.
190-Fuchsjager-Mayrl G, Wally B, Rainer G, et al. Effect of dorzolamide and timolol on ocular blood flow in patients with primary open angle glaucoma and ocular hypertension. Br J Ophthalmol. 2005;89: 1293-97.
191-Zeitz O, Matthiessen ET, Reuss J, et al. Effects of glaucoma drugs on ocular hemodynamics in normal tension glaucoma: a randomized trial comparing bimatoprost and latanoprost with dorzolamide [ISRCTN18873428].
BMC Ophthalmol. 2005;5: 5-6.
192-Romppainen T, Kniestedt C, Bachmann LM, et al. Ocular pulse amplitude: a new biometrical parameter for the diagnose of glaucoma ? Ophthalmologe. 2007;104:23035.
193-Jennifer S. Weizer, MD, Sanjay Asrani, Sandra S. Stinnett, Dr PH and Leon W. Herndon. The Clinical Utility of Dynamic Contour Tonometry and Ocular Pulse Amplitude J Glaucoma 2007;16: 700–03.
194-Chantal Vulsteke, Ingeborg Stalmans, Steffen Fieuws, Thierry Zeyen. Correlation between ocular pulse amplitude measured by dynamic contour tonometer and visual field defects. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2008; 246:559–65.
195-Sandra R. von Schulthess Claude Kaufmann Lucas M. Bachmann Ahmet Yanar Michael
A. Thiel Ocular pulse amplitude after trabeculectomy. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 2006; 244: 46–51.
196-Flávia Silva Villas-Bôas,Larissa Morimoto Doi,Aline Kátia Siqueira Sousa,Luiz Alberto S. Melo Jr. Correlation between diurnal variation of intraocular pressure, ocular pulse amplitude and corneal structural properties Arq Bras Oftalmol. 2009;72(3):296-301
197-Matthias C. Grieshaber, Robert Katamay, Konstantin Gugleta,Asan Kochkorov, Josef Flammer and Selim Orgul Relationship between ocular pulse amplitude and systemicblood pressure measurements Acta Ophthalmol. 2009: 87: 329–334
198-Ingeborg Stalmans, Alon Harris,w Veerle Vanbellinghen, Thierry Zeyen, and Brent SieskyOcular Pulse Amplitude in Normal Tension and Primary Open Angle Glaucoma(J Glaucoma 2008;17:403–407)
199-Francis Carbonaro, Toby Andrew, David A. Mackey, FRANZCO, Tim D. Spector, Chris J. Hammond, The Heritability of Corneal Hysteresis and Ocular Pulse Amplitude Ophthalmology 2008;115:1545–1549
200-Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, et al. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparisons in different types of glaucoma using dynamic contour tonometry. Curr Eye Res 2006; 31: 851–62.