

Goldmann Aplanasyon Tonometresinde Hata Kaynakları

SOURCES OF ERROR WITH USE OF GOLDMANN APPLANATION TONOMETERS

Nilüfer KOÇAK*, Üzeyir GÜNENÇ**

* Araş.Gör.Dr.,Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD,

** Doç.Dr.Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD, İZMİR

Özet

Goldmann aplanasyon tonometresinin kullanımında çok çeşitli hata kaynakları bulunmaktadır. Klinik uygulamalarda Valsalva manevrası, kornea epitel ödemi, akomodasyon, tekrarlayan ölçümler, floresin konsantrasyonunun yetersiz olduğu durumlar, tonometre ile gözyaşı temasının aşırı olduğu durumlar hatalı düşük ölçümlere neden olabilirler. Kontakt lens üzerinden yapılan ölçümler, kornea stromal kalınlığının artması, tonometre ucunun parasantral olması hatalı yüksek ölçümlere neden olabilirler. Ölçüm sırasında hata oranlarının minimal düzeye indirilmesi için bu özelliklere dikkat edilmeli ve aletin bakım ve kalibrasyonuna özen gösterilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Goldmann aplanasyon tonometresi,
Göz içi basıncı,
Tonometrik ölçümlerdeki hatalar

T Klin Oftalmoloji 1999, 8:70-72

Göz içi basıncını (GİB) oluşturan hüner aköz siliyer cismin pigmentiz epitelinden 2uE/dk hızla salınır. %80'i aktif olarak nonpigmente siliyer epitelde, %20'si pasif olarak siliyer kapiller basınç ve plazma onkotik basıncına bağılı ultrafiltrasyon ve difüzyon sonucu salınır. Emilimi %90 trabeküler yolla episkleral yenlerden, %10 uveaskleral yolla suprakoroidal alandan olur (1). Optik sinir başında glömatöz hasara yol açmayan değer, GİB'nın normal değeri olarak kabul edilmektedir. Sayısal değer olarak 16±3 mmHg arasında normal, 21 mmHg' nın üzerinde yüksek kabul edilir (2).

Tonometre

GİB'ı tonometre aleti ile ölçülür. İlk tonometre

Geliş Tarihi: 28.11.1997

Yazışma Adresi: Dr.Üzeyir GÜNENÇ
MithatPaşa Cad 85/18
Vural Sitesi, Balçova, İZMİR

Summary

There are many sources of error in the use of Goldmann-type applanation tonometers. Clinical conditions that can cause underestimation of intraocular pressure include Valsalva maneuver, corneal epithelial edema, accommodation, repeated tonometry, hypofluorescence of the precorneal tear film, and conditions in which the tonometer is in excess contact with precorneal tear film. Measurements made over the surface of contact lens, increased stromal thickness, paracentral placement of tonometer tip can result in overestimation of intraocular pressure. In order to minimize error rate during the measurement procedure, one should employ extreme caution. The routine care and calibration of the device is also of utmost importance.

Key Words: Goldmann applanation tonometer,
Intraocular pressure,
Errors in tonometric readings

T Klin J Ophthalmol 1999, 8:70-72

1885 yılında Maklakof (3) tarafından tasarlanmıştır; sabit güçle çalışma esasına dayanır. 1888'de Fick (3) sabit alanla çalışan başka bir tonometre geliştirmiştir ve bu düzen 1954 yılında Goldmann için başlangıç adını oluşturmuştur. Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT), Imbert Fick kanununa dayanır. Bu kanuna göre kuru, esnek ve yeterince ince olan yüzeye dıştan uygulanan güç; küre içindeki basınçla düzleştirilen alanın çarpımına eşittir. Gözün anatomik yapısı bu kanun için gerekli olan fiziksel özellikleri içermemektedir. Prekorneal gözyaşı filminin oluşturduğu ıslaklık yüzey gerilimine neden olur. Ayrıca korneanın iç yapısından kaynaklanan nedenlerle esnekliğinin tam olmaması da, korneayı içten dışa doğru iten bir güç oluşturmaktadır. Goldmann'ın (4) kendi yaptığı klinik çalışmalar; düzleştirilen alanın çapı 3.06 mm olduğunda basınç ölçümünde etkili olan diğer güçlerin birbirini dengelediğini göstermiştir. Sonuçta 3.06 mm çapındaki alanın düzleştirilmesi için gereken güç, GİB'ı ile düzleştirilen alanın çarpımına eşittir denilebilir.

GAT'nin doğruluğu yapılan manometrik ölçümlerle kontrol edilmiştir. Aynı anda hem GAT ile hem de ön kamaraya kanülle girilerek manometrik ölçümler yapılmış ve 10 ile 50 mmHg arasında GAT' nin % 3 hata payı ile ölçüm yaptığı gösterilmiştir (5). %3' lük hata payı 2 -3 mmHg'lık düşük veya yüksek ölçüme neden olur ki, bu da klinik açıdan ihmal edilebilecek bir değerdir.

Aplanasyon Tonometresiyle Yapılan Ölçümlerde Hata Kaynakları

Bu sonuçlarla birlikte klinik uygulamada kabul gören GAT ile yapılan ölçümlerdeki hata kaynakları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Fizik kurallarına göre katı cisimler ıslanabilir olduklarında sıvı ile karşılaşılırsa aralarında bir çekim kuvveti oluşur. Tonometre başı ile kornea arasında da prekorneal gözyaşı filmi, çekim kuvveti oluşturmaktadır. Bu etkileşimde, kullanılan anestetiklerin de etkisi olduğu gösterilmiştir (6). Etkileşim sonucu GİB'in ± 2 mmHg arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca Goldmann (3), kendi yaptığı çalışmalarda da bu fizik kuralından yola çıkarak tonometre başının ölçüm öncesinde temizlendikten sonra kuruluşuna özen gösterilmesi gerekliliğini vurgulamıştır.

Ölçüm sırasında ideal temas alanı sağlandığında floresein halkasının kalınlığının, halkanın yarı çapının 1/3'ü kadar olması gerekmektedir. Tonometre ile gözyaşı temasının aşırı olduğu durumlarda floresein halkaları daha kalın görünürler. Bu durumda tonometre başı ile kornea temasındaki sıvının eğimi azalır, tonometre tarafından korneaya uygulanan güç azalır. Sonuçta GİB daha düşük ölçülür. Goldmann'ın kendi yaptığı çalışmalarda da sonuçlar benzerdir (7).

Tonometre ile gözyaşı temasının yetersiz olduğu durumlarda floresein halkaları daha ince olur, ölçülen GİB'da 0.35 mmHg'lık düşük değer elde edilir (8). Oluşan dar halkalar yetersiz temas sonucu olduğu gibi floresein konsantrasyon yetersizliğine de bağlı olabilir. Floresein yokluğunda yapılan ölçümlerin anlamlı oranda daha düşük olduğu gösterilmiştir (9). Kontrollü çalışmalarda önce floreseinsiz, sonra floreseinle boyanarak GİB'leri ölçülmüş ve floreseinsiz ölçümlerde 0-5.6 mmHg'lık düşük sonuçlar elde edilmiştir. Ölçüm sırasındaki uygun konsantrasyonun %0.125-%0.25 olduğu gösterilmiştir. Çalışma gruplarında, düşük floresein konsantrasyonunun düşük ölçümlere neden olduğu ve konsantrasyonun azalmasında kullanılan anestetik maddelerin oluşturduğu asit ortamın da etkili olduğu belirtilmiştir (10). Ayrıca anestetiklerle, floreseinin beraber ve ayrı ayrı uygulanmasının; floresein kağıt çubukları veya floresein solüsyonu kullanımının ölçüme etkisi

araştırılarak arada anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Floresein kağıt çubukları ile yapılan çalışmalarda ise GİB'lerinin düşük ölçülme nedeninin yetersiz floresein değil de yetersiz temas alanı olabileceği vurgulanmıştır (11).

Ölçüm sırasında illüminasyon da önem kazanır. Yeterli şiddette floresans elde edebilmek için biyomikroskopun slit ışığının tamamen açık olması, voltajın normalden yüksek olması ve ışığın 45- 60 derece açıyla tonometre başına düşmesi gerekmektedir.

GAT ile ölçüm sırasında temas alanı kornea olduğu için korneadaki her türlü değişiklik ölçümü etkilemektedir. Korneal astigmatizma olan gözlerde temas yüzeyinde oluşan floresein halkaları elips şeklinde olmaktadır ki bu da hatalı ölçümlere neden olur. Yapılan çalışma sonuçlarına göre 3 dioptriden fazla astigmatı olan gözlerde önce horizontal sonra vertikal aksta ölçümler yapıp ortalama değer GİB olarak kabul edilmelidir (12). Kurala uygun astigmatizmada her 4 dioptri basıncın 1 mmHg daha düşük, kurala aykırı astigmatizmada ise 1 mmHg daha yüksek ölçümüne neden olmaktadır.

Korneal eğimi dik olan gözlerde standart bir temas alanı sağlayabilmek için daha fazla güç harcanmalıdır. Buna göre her 1 dioptrilik artış, basıncı 0.34 mmHg artırır (13). Yapılan çalışmalarda düşük tansiyonlu glokom hastalarının, primer açık açılı glokom hastalarına göre daha düz bir kornealarının olduğu gösterilmiştir (14). Radyal keratotomi yapılan hastaların, cerrahi öncesi ve sonrası GAT'i ile GİB'leri ölçülmüş, yapılan kesi sayısına bağlı olarak; korneal eğimin azaldığı ve sonuçta cerrahi sonrası GİB'nin daha düşük ölçüldüğü gösterilmiştir (15).

Korneal epitel yokluğunun ölçüm üzerine olan etkisi bilinmemektedir. Epitel ödeminde ise 30 mmHg'ya varan hatalı düşük ölçümler elde edilir. Bu hata ödemi epitelin daha kolay düzleştirilmesinden kaynaklanır (16).

Kornea stroma kalınlığının GİB'a olan etkileri araştırılmış ve artmış stromal kalınlığın hatalı yüksek, azalmış stromal kalınlığın hatalı düşük ölçümlere neden olduğu gösterilmiştir. Stromal ödem durumunda ise kalınlığın artmasına rağmen düşük ölçümlerin elde edilmesinin mekanizması açıklanamamıştır.

Korneal skar durumunda ise temas yüzeyinin düzensizliğine bağlı hatalı ölçümler elde edilir.

Kontakt lens üzerinden yapılan ölçümlerde korneal kalınlığın artmasına bağlı olarak, korneayı düzleştirmek için gereken güç artmakta ve hatalı yüksek sonuçlar elde edilmektedir.

Arteriyel basınçtaki azalma, koroid perfüzyon basıncında azalmaya neden olarak GİB'nin düşük ölçülmesine neden olur. Bir asistoli periyodunda GİB'nin %20 düştüğü, gençlerde yapılan tek taraflı karotis kompresyonunda 5 mmHg düştüğü gösterilmiştir (17). Venöz basınçtaki artışlar da, episkleral venlerdeki basıncı arttırdığı için hatalı yüksek ölçümlere neden olur. Bu yüzden ölçüm sırasında hastaların arteriyel basınçlarının düzenli olmasına, boyunlarını sıkın kıyafetlerin gevşetilmesine özen gösterilmelidir.

Hastalar GİB'lan ölçülürken nefeslerini tutarak Valsalva etkisi oluşturabilirler. Bu da koroid venlerinde ani oistansiyona neden olur ve GİB yükselir.

Gözün akomodasyon süreci ile de GİB'da düşüşler olabilmektedir ; bu durum gençlerde ve sürenin uzaması ile daha da belirginleşir (18).

Glob pozisyonu göz önüne alındığında GİB'da gelip geçici değişiklikler olmaktadır. Tiroid oftalmopati, restriktif miyopati ölçüm kasların kontraksiyonları minimize edilerek yapılmalıdır. Ölçüm sırasında hastadan gözünü iyice açması istenirse levator kasının aşırı fonksiyonuna bağlı GİB 0.5-3 mmHg hatalı yüksek ölçülür. Ayrıca kapakların tonometre başına teması, kapağın hekim tarafından açılmaya çalışılmasına direnç durumunda da 5 mmHg'ya varan hatalı yüksek ölçümler bildirilmiştir (19).

İdealde tonometre başının santral kornea ile temas etmesi istenir. Parasentral kornea teması ölçümde çok fazla değişikliğe neden olmamakla birlikte, tonometre ucunun parasentral olması gözyaşı filmde birbirinin eşi olmayan yarım dairelerin oluşmasına neden olur ki bu durumda GİB hatalı yüksek ölçülür.

GAT'ni kullanan kişinin ölçüm üzerine etkisi ise çalışma sonuçlarına göre ± 3 mmHg olduğu gösterilmiştir (20). Ölçümde temas süresi 30 sn'nin altında olmalıdır. Tekrarlayan ölçümlerde GİB'nin düştüğü görülür. Temasin 4 dk'dan fazla sürdüğü durumlarda ise hem ölçümün yapıldığı gözde hem de diğerinde bilinmeyen bir mekanizma ile basıncın düştüğü gösterilmiştir (21).

Öneriler

Sonuç olarak GAT ile yapılan ölçümlerde hata oranlarının minimal düzeye indirilmesi için bu özelliklere dikkat edilmeli ve aletin bakım ve kalibrasyonuna özen gösterilmelidir. Standart koşullarda alet 6 ayda bir kalibre edilmeli; bu süre belirlenirken aleti kullanan kişi sayısı ve günlük kullanım sayısı da göz önüne alın-

malıdır (3). Hasta rahat bir ortamda olmalı, boynunda sıkı bir şey bulunmamalıdır. Gözyaşı filmde yeterli flöresein bulunmalı, tonometrenin basınç ayarı beklenen basınçtan daha düşük tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Krupin T, Civan MM. Physiologic basis of aqueous humor formation. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T. eds. The Glaucomas, 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1996: 251-80.
2. Schottenstein ME. Intraocular pressure and tonometry. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. The Glaucomas. 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1996: 407-28.
3. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. Arch Ophthalmol 1993;38: 1-30.
4. Goldmann II. Applanation tonometry. In: Newell FW, ed. Glaucoma. Transactions of the Second Conference. Josiah Macy, Jr. Paimdation, 1957; 167-220.
5. Brubaker RF. Tonometry. In: Duane TD, Jeager EA, ed. Clinical Ophthalmology. Philadelphia: Harper & Row, 1985: 47: 1-7.
6. Quicken MH. A florescein- anesthetic solution for applanation tonometry. Arch Ophthalmol 1967; 77: 734- 9.
7. Goldmann LI, Un nouveau tonometre d' applanation. Bull Sac Ophthalmol Fr 1955; 67: 474- 8.
8. Goldmann VH, Schmidt T. Ober Applanationstonometrie, Ophthalmologica 1957; 134: 221-42,
9. Smith R. Applanation tonometry without fluorescence. Am J Ophthalmol 1976; 88: 798.
10. Moses RA. Fluorescein in applanation tonometry. Am J Ophthalmol 1960; 49: 1149-55.
11. Vayisoğlu E, Recep ÖF, Hasırıpı H. Aplanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçümünde flöresein strip ile % 0.2'lik flöresein solüsyonunun karşılaştırılması. T Klin Oftalmoloji 1996; 5: 304-6.
12. Holladay JT, Allison ME, Drager TC. Goldmann applanation tonometry in patients in regular corneal astigmatizm. Am J Ophthalmol 1983; 96: 90-3.
13. Mark FILL. Corneal curvature in applanation tonometry. Am J Ophthalmol 1973; 76: 223-4.
14. Tomlinson A, Leighton DA. Ocular dimensions in low tension glaucoma compared with open- angle glaucoma and the normal. Br J Ophthalmol 1972; 56: 97-105.
15. Faucher A, Gregoire J, Blondeau P. Accuracy of Goldmann tonometry after refractive surgery, J Cataract Refract Sura 1997: 23: 832-8,
16. Kaufman HE, Pressure measurement: Which tonometer? Invest Ophthalmol 1972; 11: 80-5.
17. Bain Wes, Maurice DM. Physiological variations in the intraocular pressure. Trans Ophthalmol Soc UK 1959: 79: 249-60,
18. Armaly MF, Rubin ML. Accommodation and applanation tonometry. Arch Ophthalmol 1961; 65: 415- 23.
19. Coleman DJ, Trokel S. Direct- recorded intraocular pressure variations in a human subject. Arch Ophthalmol 1969; 82: 637- 40.
20. Thorburn W. The accuracy of clinical applanation tonometry. Acta Ophthalmol 1978; 56: 1-5.
21. Stocker FW. On changes in intraocular pressure after application of the tonometer in the same eye and in the other eye. Am J Ophthalmol 1958; 45: 192-6.