



Açık Açılı Glokomlu Hastalarda Gonyoskopi Yardımlı Translüminal Trabekülotomi ile Eğik İğne Ab Interno Gonyektomi Karşılaştırması

Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy versus Bent Ab Interno Needle Goniectomy in Patients with Open-Angle Glaucoma

✉ Ahmet Yücel Üçgül¹, ✉ Rukiye Kılıç Üçgül¹, ✉ Zeynep Aktaş²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye

²Atılım Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Açık açılı glokomlu (AAG) hastalarda gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi (GATT) ile eğik iğne ab interno gonyektominin (BANG) etkinlik ve güvenliğini karşılaştırmak.

Gereç ve Yöntem: Bu retrospektif karşılaştırmalı çalışma, GATT (34 göz) veya BANG (31 göz) uygulanan AAG tanılı 65 gözü içermektedir. Göz içi basınç (GİB), başlangıçta ve postoperatif takip ziyaretlerinde Goldmann applanasyon tonometresi ile ölçüldü. Cerrahi başarı, kısmi (GİB ≤ 21 mmHg ve $\geq 20\%$ azalma) ve tam (aynı kriterler ilaçsız) olarak kategorize edildi. Komplikasyonlar ve ek cerrahi gereksinimi not edildi.

Bulgular: Ameliyat öncesi ortalama GİB, GATT grubunda $32,9 \pm 6,1$ mmHg iken, BANG grubunda $31,8 \pm 5,4$ mmHg idi. Son kontrolde, GATT grubunda ortalama GİB $15,8 \pm 4,5$ mmHg'ye düşerken ($51,9\%$ azalma), BANG grubunda $17,9 \pm 5,7$ mmHg'ye ($43,7\%$ azalma) düştü. Tam cerrahi başarı oranı GATT prosedürü için $88,2\%$, BANG prosedürü için $61,3\%$ 'tü. Erken cerrahi başarısızlıklar BANG grubunda daha sık görülürken, GATT grubunda erken başarısızlıklar daha nadir olsa da, geç dönemde cerrahi başarısızlıklar BANG grubuna göre daha sık izlendi. Her iki prosedürde de minimal komplikasyonlar görülmüş olup; en yaygın komplikasyon ise geçici hifemaydı.

Sonuç: Bu çalışmada, GATT cerrahisinin, BANG cerrahisine kıyasla daha büyük ve daha sürdürülebilir GİB azalması sağladığı ve daha yüksek cerrahi başarı oranlarına sahip olduğu dikkate alındığında, AAG'nin yönetiminde GATT'ın daha güvenilir bir seçenek olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Açık açılı glokom, eğik iğne ab interno gonyektomi, gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi

Abstract

Objectives: To compare the efficacy and safety of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) and bent ab interno needle goniectomy (BANG) in patients with open-angle glaucoma (OAG).

Materials and Methods: This retrospective comparative study included 65 eyes diagnosed with OAG that underwent GATT (34 eyes) or BANG (31 eyes). Intraocular pressure (IOP) was measured using Goldmann applanation tonometry at baseline and during follow-up visits. Success was categorized as qualified (IOP ≤ 21 mmHg with $\geq 20\%$ reduction) and complete (same criteria without medication). Complications and the need for further surgery were recorded.

Results: Preoperative mean IOP was 32.9 ± 6.1 mmHg for GATT and 31.8 ± 5.4 mmHg for BANG. At the final visit, mean IOP was reduced to 15.8 ± 4.5 mmHg in the GATT group (51.9% reduction) and 17.9 ± 5.7 mmHg in the BANG group (43.7% reduction). The complete success rate was 88.2% for GATT and 61.3% for BANG. Early failures were more frequent in BANG, while GATT showed fewer but later failures. Both procedures had minimal complications, with transient hyphema being the most common.

Conclusion: In this study, GATT provided greater and more sustained IOP reduction and higher long-term success rates compared to BANG, making it a more reliable option for managing OAG.

Keywords: Open-angle glaucoma, bent ab interno needle goniectomy, gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy

Cite this article as: Üçgül AY, Kılıç Üçgül R, Aktaş Z. Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy versus Bent Ab Interno Needle Goniectomy in Patients with Open-Angle Glaucoma. *Türk J Ophthalmol.* 2025;55:141-147

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Ahmet Yücel Üçgül, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye

E-posta: ahmet.yucel.ucgul@gmail.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0001-9945-793X

Geliş Tarihi/Received: 29.12.2024 Kabul Tarihi/Accepted: 06.04.2025

DOI: 10.4274/tjo.galenos.2025.44773

Giriş

Glokom, tedavi edilmezse kalıcı görme kaybına yol açabilen optik sinirin dejeneratif bir hastalıdır. Çeşitli formları arasında, açık açılı glokom (AAG) en yaygın olanıdır. AAG, dünya çapında milyonlarca insanı etkilemekte ve prevalansı yaşlanan nüfusla birlikte artmaktadır.¹ Glokom tedavisinde primer amaç, göz içi basıncını (GİB) azaltarak daha fazla optik sinir hasarı ortaya çıkmasını önlemektir. Klasik birinci basamak tedavi topikal ilaçlar veya lazer trabeküloplastidir.² Ancak, özellikle topikal ilaçlar, hasta uyumunun yetersiz olması, oküler

yüzey toksisitesi ve uzun dönemde getirdiği mali yük gibi dezavantajlara sahiptir.^{3,4}

GİB, tıbbi veya lazer tedavileri ile yeterince kontrol edilemediğinde, cerrahi müdahale gerekli hale gelir. Trabekülektomi ve aköz şant implantasyonu gibi geleneksel yöntemlerin GİB'yi azaltmadaki etkinliği bilinmektedir, ancak genellikle hipotoni, enfeksiyon ve bleb ilişkili problemler gibi ciddi postoperatif komplikasyonları vardır.⁵ Bu dezavantajlar nedeniyle, daha güvenli, iyileşme süreleri daha kısa olan ve GİB'de güçlü düşüş sağlayabilen minimal invaziv glokom cerrahisi (MIGC) teknikleri geliştirilmiştir.⁶

MIGC yöntemleri arasında yer alan gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi (GATT) ve eğik iğne ab interno gonyektomi (BANG) en yaygın kullanılan yöntemlerdir. GATT, Schlemm kanalını çevresel olarak açmak için bir sütür veya mikrokater kullanılarak yapılan 360 derecelik trabekülotomidir. Böylece kollektör kanallardan aköz çıkışı artırılır.⁷ Buna karşılık, BANG yönteminde drenajı kolaylaştırmak için trabeküler ağın (TA) bir bölümünü eksize ederek eğik bir 25 veya 26 gauge iğne ile hedefli gonyotomi yapılır.⁸ Her iki tekniğin de ciddi komplikasyon riski düşüktür ve GİB ve glokom ilaçlarına bağımlılığı azaltmada umut verici sonuçlar elde edilmiştir.

Bu gelişmelere rağmen, AAG yönetiminde GATT ve BANG'ın etkinliği ve güvenilirliği hakkında mevcut karşılaştırmalı verilerin düzeyi sınırlıdır.⁹ Cerrahi sonuçların optimize edilmesinin önemi göz önüne alındığında, bu çalışma iki yöntemin AAG'li hastalarda GİB'i düşürme, ilaç ihtiyacını azaltma ve komplikasyon oranlarını en aza indirmedeki etkinliğini değerlendirmeyi ve birbiriyle karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntem

Çalışma Helsinki Bildirgesi'nin ilkelere uygun olarak yürütüldü ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onay alındı (karar no: 2024-16/138, tarih: 08/10/2024). Çalışmaya dahil edilen tüm hastalardan çalışmaya dahil edilmeden önce bilgilendirilmiş onam alındı.

Hasta Popülasyonu

Bu retrospektif karşılaştırmalı çalışmaya, Ahi Evran Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Kasım 2022 ile Şubat 2024 tarihleri arasında GATT veya BANG yapılan AAG tanılı hastalar dahil edildi. Primer açık açılı glokom (PAAG), psödoeksfolyasyon glokomu (PEG) veya pigmenter glokom tanısı doğrulanmış olan yetişkin hastalar çalışmaya alındı. Tüm hastaların, tolere edilebilen maksimum dozda tıbbi tedaviye rağmen, ameliyat öncesi GİB değerleri 21 mmHg veya daha yüksekti. Dışlama kriterleri, glokom cerrahisi öyküsü, açının görüntülenmesini engelleyen ciddi kornea patolojisi veya takip süresi içinde katarakt cerrahisi geçirilmesiydi. İleri evre veya son evre glokomu olan hastalar (görme alanı [GA] testinde ortalama deviasyon [OrtD] -12 dB'den daha kötü) da çalışmadan çıkarıldı. Her iki gözün ameliyat edildiği durumlarda istatistiksel yanlılığa engel olmak ve denek içi korelasyonu önlemek için analize sadece sağ göz dahil edildi.

Bu çalışmadaki tüm ameliyatlar aynı glokom cerrahisi (A.Y.Ü.) tarafından yapıldı. Hastalar, sıralı yaklaşım ile GATT veya BANG gruplarına alındı. Çalışma döneminin başlarında, hastalara öncelikle GATT yapıldı. Daha sonra BANG tekniği tanımlandığında ve benimsendiğinde, sonraki hastalar BANG grubuna alındı. Hastaların BANG grubuna alınması, yöntemin kronolojik olarak ortaya çıkışından etkilendiği için bu yöntem sonucunda tarihsel olarak kontrol edilen bir olgu serisi elde edildi.

Ameliyat Tekniği

GATT, standart bir ameliyat mikroskobu kullanılarak lokal anestezi altında yapıldı. Ön kamaraya ulaşmak için 2,2 mm'lik temporal saydam kornea insizyonu yapıldı. Ön kamara, alanı korumak ve intraoküler yapıları korumak amacıyla koheziv viskoelastik ajan (Protectalon %1,4, VSY Biotechnology, Leinfelden-Echterdingen, Almanya) ile dolduruldu. Volk TVG cerrahi gonyolens kullanılarak doğrudan gonyoskopik görüntüleme altında, 23-gauge mikrovitreoretinal bıçak kullanılarak nazal TA'da Schlemm kanalına açılan küçük bir gonyotomi yapıldı. Gonyotomiden Schlemm kanalına ucu küt 5-0 Prolen sütür sokuldu. Sütür kanal boyunca 360 derece dikkatli bir şekilde dairesel olarak ilerletildi. Dirençle karşılaşılırsa, ters yöne gidilerek tam kanülasyon sağlandı. Sütür Schlemm kanalının tüm çevresini doladıktan sonra, distal uç mikrocerrahi forseps ile kavrandı ve 360 derecelik bir trabekülotomi oluşturmak için proksimal uç çekildi. Trabekülotomi tamamlandıktan sonra viskoelastik irrigasyon-aspirasyon ile ön kamaradan uzaklaştırıldı. Ön kamara daha sonra dengeli tuz çözeltisi (DTÇ) ile yeniden oluşturuldu. Gerekli GİB korunarak herhangi bir kanamanın tamponlanmasına özen gösterildi. İşlem sonunda, sızdırmazlık sağlamak için kornea insizyonu hidrate edildi ve steroid ve antibiyotik kombinasyon damlası (Moxidexa 5 mg/1 mg, Abdi İbrahim İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, Türkiye) uygulandı.

BANG, hasta sırtüstü pozisyondayken lokal anestezi altında yapıldı. Ön kamaraya ulaşmak için 2,2 mm genişliğinde temporal saydam kornea insizyonu açıldı. İşlem sırasında alanı korumak ve oküler yapıları stabilize etmek amacıyla ön kamara, koheziv viskoelastik ajan (Protectalon) ile dolduruldu. 25-gauge bir hipodermik iğnenin ucu yaklaşık 30 derece eğildi. Volk TVG cerrahi gonyolens kullanılarak nazal açı görüldü. Eğik iğne kornea insizyonundan sokuldu ve nazal TA'ya doğru yönlendirildi. Gonyoskopi altında, iğne ucu TA'ya getirildi ve TA'nın bir segmenti eksize edilerek 90 derecelik bir gonyotomi yapıldı. İğne, hedeflenen alan boyunca ilerletilerek TA çıkarıldı. Schlemm kanala komşu dokulara zarar verilmeden kanalın açıldığından emin olundu. Gonyotomi tamamlandıktan sonra viskoelastik irrigasyon-aspirasyon yapılarak ön kamaradan uzaklaştırıldı. Ön kamarayı yeniden oluşturmak ve uygun GİB'i sağlamak için DTÇ kullanıldı. Sızdırmazlık sağlamak için kornea insizyonu hidrate edildi ve steroid ve antibiyotik kombinasyon damlası (Moxidexa) uygulandı.

Ölçümler

Primer sonuç ölçütü postoperatif GİB'in azalmasıydı. GİB, her izlemde Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçüldü.

Ölçümlerin tutarlı olmasını sağlamak ve günlük varyasyonu en aza indirmek için tüm ölçümler sabah saatlerinde (08:00-11:00 saatleri arasında) yapıldı. GİB ameliyattan önce ve ameliyattan sonra 1. gün, 1. hafta, 1. ay, 3. ay, 6. ay, 12. ay ve son izlemde kaydedildi. Son izlem, cerrahi başarısızlık yaşayan hastalar için cerrahi başarısızlığın tespit edildiği izlem ve başarılı olanlar için son izlem olarak tanımlandı. Başarı, kısmi başarı ve tam başarı olarak kategorize edildi. Kısmi başarı, ilaç kullanımına bakılmaksızın ve ek glokom cerrahisi yapılmadan, GİB'de başlangıca göre en az %20 azalma ve GİB'in 21 mmHg veya altında olması olarak tanımlandı. Tam başarı, hasta herhangi bir glokom ilacı kullanmazken ve ek cerrahi müdahale yapılmadan hedef GİB'e ulaşılması olarak tanımlandı. Sekonder sonuç ölçütleri, ameliyattan sonra kullanılan glokom ilaçlarının sayısındaki değişiklikleri, minimum çözünürlük açısının logaritması (logMAR) cinsinden görme keskinliği ve komplikasyon insidansıydı. Ameliyattan önce ve her izlemde görme keskinliği değerlendirildi. Ayrıca, otomatik GA testindeki OrtD değerleri analiz için kaydedildi. Retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığı, global RSLT kalınlığına odaklanarak spektral alan optik koherens tomografi ile ölçüldü. Erken GİB yükselmesi, hifema ve glokom cerrahisine tekrar ihtiyaç olması gibi komplikasyonlar kaydedildi. GİB artışı, ameliyattan sonra ilk hafta içinde basıncın 30 mmHg'yi aşması olarak tanımlandı.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS yazılımı (sürüm 22,0; IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak yapıldı. Sürekli değişkenler ortalama ve standart deviasyon olarak özetlenirken kategorik değişkenler yüzde olarak gösterildi. GATT ve BANG arasında grup karşılaştırmaları, normal dağılım gösteren sürekli değişkenler için bağımsız örneklem t-testi kullanılarak yapılırken, parametrik olmayan veriler için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Kategorik değişkenler, uygunluk durumuna göre ki-kare testi veya Fisher kesin olasılık testi kullanılarak değerlendirildi. İzlem süresi boyunca hem kısmi hem de tam cerrahi başarı elde etmenin kümülatif olasılığını değerlendirmek için Kaplan-Meier sağkalm analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılığın göstergesi olarak p değerinin 0,05'ten küçük olması kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya GATT grubunda 34, BANG grubunda 31 olmak üzere toplam 65 göz dahil edildi. Yaş ortalaması GATT grubunda 60,6±13,0 yıl ve BANG grubunda 61,1±12,2 yıl idi. Her iki grupta cinsiyet dağılımı benzerdi, kadınların oranı GATT grubunda %47,1 ve BANG grubunda %45,2 idi. Ortalama glokom süresi GATT grubunda 7,4±4,1 yıl ve BANG grubunda 5,7±3,8 yıl idi (p=0,725). Ortalama izlem süresi GATT için 13,4±4,3 ay ve BANG için 11,8±3,8 ay olup gruplar arasında anlamlı fark yoktu. Fakik ve psödo-fak gözler eşit dağılmıştı. En sık görülen tanı PEG, GATT grubundaki olguların %58,8'i ve BANG grubundaki olguların %48,4'ünde mevcuttu. [Tablo 1](#)'de, çalışmaya dahil edilen hastaların başlangıçtaki demografik ve klinik bilgileri kapsamlı şekilde sunulmuştur.

Ameliyat öncesi GİB, GATT grubunda ortalama 32,9±6,1 mmHg ve BANG grubunda 31,8±5,4 mmHg idi ve bu değerler gruplar arasında benzer bulundu. Ameliyat sonrası sonuçlar, her iki grupta da GİB'de ciddi azalma olduğunu gösterdi. Ameliyat sonrası 1. ayda, ortalama GİB GATT grubunda %56,2'lik bir azalmaya karşılık gelen 14,4±5,2 mmHg'ye ve BANG grubunda %39,9'luk bir azalmaya karşılık gelen 19,1±6,0 mmHg'ye düştü. Bu zaman noktasında iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,002). Üçüncü ayda GATT grubunda ortalama GİB 14,1±4,4 mmHg (%57,2 azalma) iken BANG grubunda 16,6±3,8 mmHg (%47,8 azalma) idi (p=0,025). Altıncı ayda GİB'deki azalma GATT grubunda daha belirgindi. Ortalama değerler GATT grubunda 16,3±2,7 mmHg iken BANG grubunda 14,6±4,1 mmHg idi, ancak fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,064). Son izlemde, GATT grubunda ortalama GİB, başlangıca göre %51,9'luk bir azalmaya karşılık gelen 15,8±4,5 mmHg oldu. Buna karşılık, BANG grubunda %43,7'lik bir azalmaya karşılık gelen 17,9±5,7 mmHg'ya geriledi. Gruplar arasında son GİB değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu (p=0,108). [Tablo 2](#)'de, iki cerrahi tekniğin etkinlikleri ayrıntılı olarak verilmiştir.

Her iki yöntem de ameliyat sonrası kullanılan glokom ilaçlarının sayısında anlamlı azalmaya neden olmuştur. GATT grubunda ortalama ilaç sayısı ameliyat öncesi 3,4±0,6'dan son izlemde 0,3±0,9'a düşerken, BANG grubunda ortalama ilaç sayısı 3,3±0,7'den 0,9±1,2'ye geriledi. Bu azalma, GATT grubunda istatistiksel olarak daha fazlaydı (p=0,036).

Ameliyat öncesi görme keskinliği gruplar arasında benzerdi. GATT grubunda ortalama 0,15±0,23 logMAR ve BANG grubunda 0,16±0,24 logMAR olarak ölçüldü. Son izlemde

Tablo 1. Hastaların başlangıçtaki demografik ve klinik özellikleri

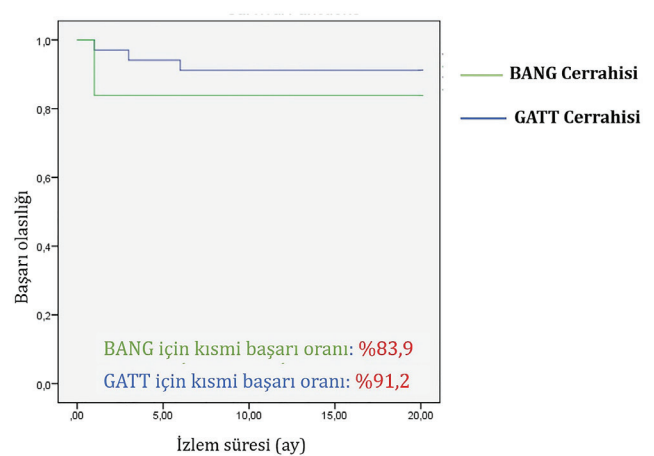
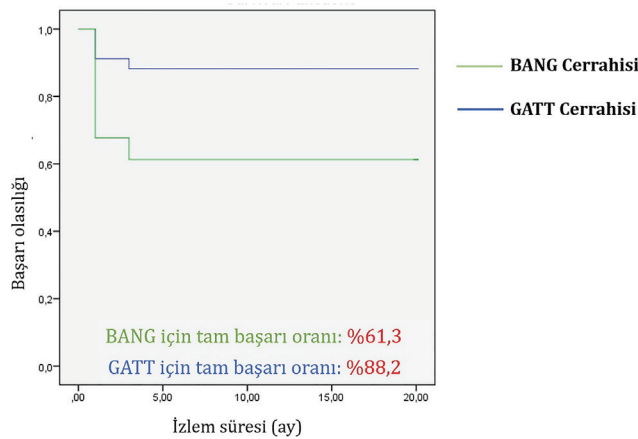
	GATT grubu (n=34)	BANG grubu (n=31)	Toplam (n=65)	p
Ortalama yaş (yıl)	60,6±13,0	61,1±12,2	60,8±12,5	0,879 ^a
Yaş aralığı (yıl)	29-81	40-80	29-81	
Kadın; n (%)	16 (47,1)	14 (45,2)	30 (46,2)	0,878 ^b
Glokom süresi (yıl)	7,4±4,1	5,7±3,8	6,6±4,0	0,725 ^c
Ortalama izlem süresi (ay)	13,4±4,3	11,8±3,8	12,7±4,1	0,108 ^a
Lens durumu, n (%)				0,859 ^b
Fakik	15 (44,1)	13 (41,9)	28 (43,1)	
Psödo-fak	19 (55,9)	18 (58,1)	37 (56,9)	
Tanı; n (%)				0,622 ^b
PAAG	13 (38,2)	14 (45,2)	27 (41,5)	
PEG	20 (58,8)	15 (48,4)	35 (53,8)	
PG	1 (2,9)	2 (6,5)	3 (4,6)	

^aBağımsız örneklem t-testi, ^bKi-kare testi, ^cMann-Whitney U testi. GATT: Gonyoskopik yardımcı transilüminal trabekülotomi, BANG: Eğik iğne ab interno gonyektomi, PAAG: Primer açık açılı glokom; PEG: Psödoeksfoliyasyon glokomu, PG: Pigmenter glokom

Tablo 2. İki farklı cerrahi yöntemin etkinlik verileri

	GATT (n=34)	BANG (n=31)	Toplam (n=65)	P
Görme keskinliği (logMAR)				
Ameliyat öncesi	0,15±0,23	0,16±0,24	0,16±0,23	0,966 ^c
Son izlem	0,18±0,24	0,21±0,28	0,20±0,26	0,603 ^c
İlave glokom cerrahisi, n (%)	3 (8,8)	5 (16,1)	8 (12,3)	0,463 ^b
Erken GİB artışı, n (%)	3 (8,8)	0 (0)	3 (4,6)	0,091 ^d
GİB (mmHg)				
Ameliyat öncesi	32,9±6,1	31,8±5,4	32,4±5,8	0,424 ^a
1. ay	14,4±5,2	19,1±6,0	16,6±6,1	0,002 ^a
3. ay	14,1±4,4	16,6±3,8	15,2±4,3	0,025 ^a
6. ay	14,6±4,1	16,3±2,7	15,4±3,6	0,064 ^a
12. ay	14,5±2,9	16,2±2,2	14,8±2,8	0,278 ^a
Son	15,8±4,5	17,9±5,7	16,8±5,2	0,108 ^a
İlaç sayısı				
Ameliyat öncesi	3,4±0,6	3,3±0,7	3,3±0,6	0,252 ^c
Son	0,3±0,9	0,9±1,2	0,6±1,1	0,036 ^c
Merkezi RSLT kalınlığı (µm)				
Ameliyat öncesi	79,0±13,1	77,8±15,7	78,5±14,3	0,737 ^a
Son	74,8±13,0	70,9±14,2	72,9±13,5	0,249 ^a
GA'da ortalama deviasyon				
Ameliyat öncesi	-7,5±3,7	-6,8±3,5	-7,2±3,6	0,362 ^c
Son	-9,2±4,1	-8,0±3,4	-8,6±3,8	0,208 ^c

^aBağımsız örneklem t-testi, ^bKi-kare testi, ^cMann-Whitney U testi, ^dFisher kesin olasılık testi. GATT: Gonyoskopi yardımlı translüminal trabekülotomi, BANG: Eğik iğne ab interno gonyektomi, logMAR: Minimum çözünürlük açısının logaritması, GİB: Göz içi basıncı, RSLT: Retina sinir lifi tabakası, GA: Görme alanı



görme keskinliği değişmedi. GATT grubunda ortalama $0,18 \pm 0,24$ logMAR ve BANG grubunda $0,21 \pm 0,28$ logMAR olarak kaldı ($p=0,603$).

PEG hastalarının alt grup analizi, psödo-fak ve fakik hastalar arasında son GİB seviyelerinde anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($p=0,421$). Her iki grupta da ilaç sayısında anlamlı azalma izlendi (iki grup arasında fark yoktu, $p=0,285$) ve cerrahi başarı oranları benzerdi ($p=0,537$).

GA testinde OrtD ve merkezi RSLT kalınlığı değerleri başlangıçta benzerdi. Ameliyat öncesi ortalama OrtD, GATT grubunda $-7,5 \pm 3,7$ dB ve BANG grubunda $-6,8 \pm 3,5$ dB idi ($p=0,362$). Son OrtD değerleri, GATT grubunda $-9,2 \pm 4,1$ dB ve BANG grubunda $-8,0 \pm 3,4$ dB bulundu ($p=0,208$).

Benzer şekilde başlangıç RSLT kalınlığı GATT grubunda $79,0 \pm 13,1$ μ m ve BANG grubunda $77,8 \pm 15,7$ μ m idi ($p=0,737$). Son izlemde RSLT kalınlığı GATT grubunda $74,8 \pm 13,0$ μ m ve BANG grubunda $70,9 \pm 14,2$ μ m bulundu ($p=0,249$).

Kaplan-Meier sağkalım analizi, GATT grubunda BANG grubuna kıyasla başarı oranlarının daha yüksek başarı olduğunu gösterdi. İlaç tedavisine bakılmaksızın başlangıça göre GİB'de en az %20 azalma ve GİB'in 21 mmHg'nin altına düşmesi olarak tanımlanan kısmi başarı oranı, GATT grubunda %91,2 ve BANG grubunda %83,9 idi ($p=0,361$) (Şekil 1). İlaç tedavisi olmadan aynı GİB hedefine ulaşılması olarak tanımlanan tam başarı oranı GATT grubunda %88,2, BANG grubunda %61,3 idi ($p=0,012$) (Şekil 2). GİB kontrolünün yetersiz olması nedeniyle ileri cerrahi girişim gereken tüm hastalara trabekülektomi yapıldı (GATT grubunda 3 hasta [%8,8] ve BANG grubunda 5 hasta [%16,1]). İkinci bir cerrahi müdahale ihtiyacı öncelikle ameliyat sonrası ilk 6 ay içinde ortaya çıktı (GATT grubunda 1., 3. ve 6. ayda ve BANG grubunda 1. ayda).

Her iki yöntemde de minimal komplikasyonlar ile karşılaşıldı. GATT grubunda 3 hastada (%8,8) GİB'de erken yükselmeler kaydedilirken, BANG grubunda hiçbir hastada izlenmedi. İki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,090$). Her iki grupta da tüm hastalarda farklı derecelerde hifema izlendi. Çoğu olguda bir hafta içinde spontan iyileşti ancak GATT grubunda yer alan 2 hastada ön kamaranın ameliyat sonrası 3. haftada yıkanması gerekti.

Tartışma

Bu çalışmada, AAG'li hastaların tedavisinde GATT ve BANG'nin terapötik sonuçları ve güvenliği araştırılmış ve iki yöntemin GİB'i düşürme eğilimleri ve cerrahi başarı oranları arasındaki önemli farklılıklar tanımlanmıştır. Hem GATT hem de BANG, GİB'i ve glokom ilaçlarına olan ihtiyacı önemli ölçüde azaltmış ve böylece MIGC teknikleri arasındaki yerlerini güçlendirmişlerdir. Bununla birlikte, bu sonuçların boyutu, stabilite düzeyi ve devamlılığı gruplar arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. GATT grubunda, izlem süresi boyunca GİB'de önemli ve sürekli bir azalma görülmüştür. GATT grubunda başlangıçta $32,9 \pm 6,1$ mmHg olan ortalama GİB düzeyi ameliyat sonrası ilk ayda, $14,4 \pm 5,2$ mmHg'ye düştü. Bu, %56,2'lik bir azalmaya karşılık gelmektedir. Bu belirgin azalma korunmuş ve son ölçülen GİB düzeyi $15,8 \pm 4,5$ mmHg olmuştur. Bu, %51,9'luk bir azalmaya karşılık gelmektedir.

GİB'de görülen azalmanın stabil seyretmesi, GATT yönteminde yapılan 360 derecelik trabekülotominin, Schlemm kanalından aköz dışı akışını etkili bir şekilde artırdığını ve dışı akışta büyük ve uzun süreli iyileşme sağladığını göstermektedir. Kaplan-Meier analizi, GATT'nin kısmi başarı oranının %91,2 ve tam başarı oranının ise %88,2 olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar yöntemin ilaçlara bağımlılığı azaltarak güvenilir GİB kontrolü sağladığını göstermektedir.

Buna karşılık, BANG grubunda GİB'de azalma eğiliminin boyutu ve stabilitesi daha düşük olmuştur. Ortalama GİB ameliyat öncesi $31,8 \pm 5,4$ mmHg iken ameliyat sonrası 1. ayda $19,1 \pm 6,0$ mmHg'ye gerilemiştir. Bu fark %39,9'luk bir azalmaya karşılık gelmektedir. Zamanla, GİB'deki azalma bir platoya ulaşmış ve son ölçülen ortalama GİB $17,9 \pm 5,7$ mmHg olmuştur. Bu fark %43,7'lik bir azalmaya karşılık gelmektedir. Sadece 90 derecelik bir segmentte TA eksizyonu yapılan BANG'in etkinliği, 360 derecelik eksizyon yapılan GATT'ye kıyasla daha düşük bulunmuştur. Yapılan kısmi gonyotomi muhtemelen GİB'in uzun süreli kontrolünü önlemiş ve dışı akışa rezidüel direnç kalmasına neden olmuştur. Kaplan-Meier analizi, BANG'de kısmi başarı oranının %83,9 olduğunu göstermiştir. Tam başarı oranı ile %61,3 bulunmuştur. Bu, BANG hastalarının hedef GİB düzeylerini korumak için ilaç kullanmaya ihtiyaç duyma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Cerrahi başarısızlık oranları iki grup arasında farklı bir eğilim gösterdi. BANG grubunda başarısızlıklar izlem döneminin başlarında meydana gelme eğilimindeydi. Bunun nedeni olasılıkla ilk iyileşme yanıtı veya trabekülotominin yetersiz olmasıydı. Bu erken dönem geçtikten sonra, ilaç bağımlılığı artsa bile GİB nispeten stabil seyretmiştir. Aksine, GATT grubunda daha az cerrahi başarısızlık yaşandı, ancak bunlar zaman içinde ortaya çıkmaya devam etti. Bu, tedavi etkinliğinde kademeli bir azalma olduğunu düşündürmektedir. Zaman içinde başarısız sonuçların ortaya çıkması, TA ve Schlemm kanalında fibrozis veya skarlaşmaya yol açabilen yara iyileşmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu skarlaşma, 360 derece trabekülotomi ile artırılan dışı akış kapasitesini kademeli olarak azaltabilir ve GİB'in tekrar yükselmesine ve bazı hastalarda cerrahi başarısızlığa yol açabilir.

Bu çalışmanın sonuçları, GATT ve BANG'ı karşılaştıran önceki araştırmaların bulgularıyla uyumludur ve bu konu hakkındaki bilgimizi genişletmektedir. Ayub ve ark.⁹ hem GATT hem de BANG'nin primer PAAG hastalarında GİB'i etkili bir şekilde azalttığını, ancak GİB azalmasının GATT ile daha fazla olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda benzer şekilde GATT grubunda GİB'de daha belirgin bir azalma görüldü ve ameliyat sonrası 1. ayda BANG grubunda izlenen %39,9 azalmaya kıyasla %56,2 azalma elde edildi. Ayrıca, Grover ve ark.¹⁰, GATT ile sürekli GİB kontrolü sağlandığını belirtmiş ve GİB'de ameliyattan 12 ay sonra ortalama %44 ve 24 ay sonra %37,3 azalması olduğunu bildirmişlerdir. Rahmatnejad ve ark.¹¹ GATT ile GİB'in 26,1 mmHg'den 14,6 mmHg'ye düştüğünü ve 12. ayda genel başarı oranının %63,0 olduğunu bildirmiştir. Bu GATT ile sonuçların değişkenlik gösterdiğine işaret etmektedir. Ayrıca, Aktas ve ark.¹² PAAG ve PEG'de

elde edilen sonuçları karşılaştırmış ve GATT'tan sonra 1. yılda başarı oranının PEG'de (%97,6) PAAG'den (%86,8) daha yüksek olduğunu göstermiştir. Buna karşılık, Bukke ve ark.¹³ tarafından yapılan çalışmada, fakoemülsifikasyon ile kombine edildiğinde BANG ile 12. ayda GİB'de sadece %31,8'lik bir azalma olduğu bulunmuştur. GATT ile elde edilen etkinin daha güçlü olması, Schlemm kanalında 360 derecelik trabekülotomi yapılmasına bağlanabilirken, BANG yönteminde 90 derecelik gonyotomi yapılması hüner aközün çıkışına karşı rezidüel direnç bırakabilir. Bu karşılaştırmalı sonuçlar, GATT ile daha güçlü ve uzun süreli GİB kontrolü sağlandığını ve GİB'in ciddi şekilde azaltılması gereken hastalarda tercih edilen bir seçenek olduğunu vurgulamaktadır.

Çalışmamızda görülen cerrahi başarı oranları ve komplikasyon profilleri mevcut literatürdeki bulgularla uyumludur. Çalışmamızda, GATT grubunda tam başarı oranı %88,2'ye ulaşmıştır. Bu oran, GATT yapılan ileri glokomlu hastalar için Dar ve ark.¹⁴ tarafından bildirilen %85'lik başarı oranına benzerdir. Ayrıca, Liu ve ark.¹⁵ 4 yılda GİB'de %45 azalma elde edildiğini ve kümülatif başarısızlık oranının %53,9 olduğunu bildirmiştir. Bu, GATT etkili olsa da uzun vadede başarısızlıkların ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, Bukke ve ark.¹³ tarafından yapılan çalışmada, fakoemülsifikasyon ile birlikte yapılan BANG'ın genel başarı oranının 12. ayda %87,5 olduğu saptanmıştır, ancak BANG tek başına yapıldığında elde edilen başarı oranları daha düşük bulunmuştur. Geçici hifema gibi komplikasyonlar hem GATT hem de BANG'de en sık görülen yan etkilerdir.

Uzun izlem süresi boyunca GİB'deki azalma, cerrahi başarı oranı ve komplikasyonları değerlendirdiğimiz çalışmamızda, GATT'ın BANG ile karşılaştırıldığında uzun süreli GİB kontrolü sağlamada daha üstün ve etkisi uzun süreli bir yöntem olduğu bulundu. Bu bulgular, cerrahi yöntemin hasta ihtiyaçlarına ve hastalık şiddetine göre seçilmesi gereken durumlarda klinisyenlere rehberlik edebilir. Başarısızlıkların detaylı şekilde değerlendirilmesi, TA'ya yapılacak müdahale miktarının uzun dönem sonuçlar açısından önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu çalışma erken ve geç cerrahi başarısızlıkların klinik önemini vurgulayarak postoperatif beklentileri ve yönetim stratejilerini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır. Çalışmamız, bu boşlukları doldurarak, MİGC etkinliğinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmakta ve glokom yönetiminde kanıta dayalı karar vermeyi desteklemektedir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Çalışmanın geriye dönük tasarımı ve hastaların sıralı şekilde gruplara dağıtılmış olması yanlılığa neden olmuş olabilir ve GATT ile BANG arasında yapılan doğrudan karşılaştırmaların geçerliliğini sınırlandırabilir. Gerçek randomizasyon yapılmamış olması ve tüm ameliyatları aynı cerrahın yapmış olması, sonuçların daha geniş popülasyonlara ve değişen beceri seviyelerine genellenebilirliğini etkileyebilir. Cerrahi tekniklerin sıralı olarak uygulanmış olması, zaman içinde cerrahın deneyiminin artmasına neden olmuş ve

sonuçları daha sonra gerçekleştirilen yöntem lehine etkilemiş olabilir. Ek olarak, örneklem büyüklüğü nispeten küçüktür ve çalışmanın izlem süresi uzun dönem sonuçları veya geç ortaya çıkan başarısızlıkları tam olarak yansıtmayabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, yanlılığı en aza indirmek ve genellenebilirliği artırmak için daha çok sayıda hastanın dahil edildiği, çok merkezli ve randomize kontrollü çalışmalar olmalıdır. GİB kontrolünün devamlılığı ve geç başarısızlıkların sıklığını değerlendirmek için daha uzun izlem süresine ihtiyaç vardır.

Sonuç

Bu çalışma, AAG'de GATT'ın BANG ile karşılaştırıldığında daha büyük ve daha uzun süreli GİB azalması sağlandığını göstermektedir. GATT ile uzun dönem başarı oranının daha yüksek olması daha güvenilir olduğuna işaret etmektedir ve MİGC seçimi yapılırken akılda bulundurulmalıdır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma Helsinki Bildirgesi'nin ilkelere uygun olarak yürütüldü ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onay alındı (karar no: 2024-16/138, tarih: 08/10/2024).

Hasta Onayı: Çalışmaya dahil edilen tüm hastalardan çalışmaya dahil edilmeden önce bilgilendirilmiş onam alındı.

Beyan

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: A.Y.Ü., Konsept: A.Y.Ü., Z.A., Dizayn: A.Y.Ü., R.K.Ü., Veri Toplama veya İşleme: A.Y.Ü., R.K.Ü., Analiz veya Yorumlama: A.Y.Ü., R.K.Ü., Z.A., Literatür Arama: A.Y.Ü., R.K.Ü., Yazan: A.Y.Ü., R.K.Ü.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

Kaynaklar

1. Kapetanakis VV, Chan MP, Foster PJ, Cook DG, Owen CG, Rudnicka AR. Global variations and time trends in the prevalence of primary open angle glaucoma (POAG): a systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol*. 2016;100:86-93.
2. Lee HP, Tsung TH, Tsai YC, Chen YH, Lu DW. Glaucoma: current and new therapeutic approaches. *Biomedicine*. 2024;12:2000.
3. Lusthaus J, Goldberg I. Current management of glaucoma. *Med J Aust*. 2019;210:180-187.
4. Yıldırım N, Bozkurt B, Yüksel N, Ateş H, Altan-Yaycıoğlu R, Ocakoğlu Ö, Burcu A, Yalvaç I, Evren Kemer Ö, Orhan M. Prevalence of ocular surface disease and associated risk factors in glaucoma patients: a survey study of ophthalmologists. *Turk J Ophthalmol*. 2022;52:302-308.
5. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, Herndon LW, Brandt JD, Budenz DL; Tube versus Trabeculectomy Study Group. Treatment outcomes in the tube versus trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. 2012;153:789-803.
6. Tekcan H, İmamoğlu S, Mangan MS. Anterior segment changes and refractive outcomes after cataract surgery combined with gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy in open-angle glaucoma. *Turk J Ophthalmol*. 2023;53:369-376.

7. Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Feuer WJ, Montes de Oca I, Fellman RL. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology*. 2014;121:855-861.
8. Shute T, Green W, Liu J, Sheybani A. An alternate technique for goniotomy: description of procedure and preliminary results. *J Ophthalmic Vis Res*. 2022;17:170-175.
9. Ayub G, De Francesco T, Costa VP. Bent ab interno needle goniotomy versus gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in primary open-angle glaucoma: study protocol of a randomized clinical trial. *Trials*. 2024;25:300.
10. Grover DS, Smith O, Fellman RL, Godfrey DG, Gupta A, Montes de Oca I, Feuer WJ. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy: an ab interno circumferential trabeculotomy: 24 months follow-up. *J Glaucoma*. 2018;27:393-401.
11. Rahmatnejad K, Pruzan NL, Amanullah S, Shaikat BA, Resende AF, Waisbourd M, Zhan T, Moster MR. Surgical outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) in patients with open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26:1137-1143.
12. Aktas Z, Ozdemir Zeydanli E, Uysal BS, Yigiter A. Outcomes of prolene gonioscopy assisted transluminal trabeculotomy in primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma: a comparative study. *J Glaucoma*. 2022;31:751-756.
13. Bukke AN, Midha N, Mahalingam K, Beri N, Angmo D, Sharma N, Pandey S, Dada T. Outcomes of bent ab interno needle goniotomy with phacoemulsification in moderate to severe primary open angle glaucoma. *Indian J Ophthalmol*. 2024;72:1280-1284.
14. Dar N, Naftali Ben Haim L, Yehezkeili V, Sharon T, Belkin A. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in patients with advanced glaucoma. *Indian J Ophthalmol*. 2023;71:3024-3030.
15. Liu WW, Petkovsek D, Shalaby WS, Arbabi A, Moster MR. Four-year surgical outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in patients with open-angle glaucoma. *Ophthalmol Glaucoma*. 2023;6:387-394.