

Glokomun Cerrahi Tedavisinde Güncel İmplantsız Minimal İnvaziv Açık Cerrahileri

Current Minimal Invasive Angle Procedures Without Implants for the Treatment of Glaucoma

Zeynep AKTAŞ¹

ÖZ

İlerleyici bir hastalık olan glokomun cerrahi tedavisinde altın standart yıllardır trabekülektomi olmuştur ve hala da pek çok glokom cerrahisi tarafından sıklıkla uygulanan bir cerrahidir. Son yıllarda pek çok cerrahi yöntem minimal invaziv glokom cerrahileri (MIGC) olarak tanımlanmıştır. Bunların pek çoğu implantlı cerrahi yaklaşımlar olup, implantsız olan MIGC teknikleri de mevcuttur. Bu güncel konu başlığı altında güncel ve popüler implantsız MIGC teknikleri olan; kanaloplasti, trabektom, ab-eksterno trabekülotomi ve gonioskopi asiste transluminal trabekülotomi (GATT - ab-interno trabekülotomi) cerrahileri güncel literatür ve kendi klinik deneyimlerimiz çerçevesinde tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kanaloplasti, trabektom, suture trabekülotomi, minimal invaziv glokom cerrahisi.

ABSTRACT

Trabeculectomy has been a gold standard for years for the treatment of glaucoma which is a progressive disease and is still being performed by most of the glaucoma specialists. In recent years, various surgical techniques have been described as a minimally invasive glaucoma surgery (MIGS). Most of these techniques are performed with various implants whereas some other ones without any implants. In this paper, current and popular MIGS techniques without any implant such as canaloplasty, trabectome, ab externo suture trabeculectomy, gonioscopy assisted suture trabeculectomy (GATT-ab-interno suture trabeculectomy) will be discussed in the light of the current literature and our clinical experience.

Key words: Canaloplasty, trabectome, suture trabeculectomy, minimally invasive glaucoma surgery.

GİRİŞ

Glokom cerrahisinde uzun yıllardır başlıca cerrahi tedavi yöntemleri olarak trabekülektomi ve şant cerrahisi uygulanmış ve hala da glokom cerrahileri tarafından sıkça uygulanmakta olan, etkin tedavi yöntemleridir.^{1,2} Ancak bu cerrahiler ile ilişkili olarak tanımlanan hipotoni, koroid efüzyonu, suprakoroidal hemoraji, dar ön kamara, katarakt, korneal dekompanasyon, diplopi ve endoftalmi gibi cerrahi komplikasyonların varlığı³, glokom cerrahilerini alternatif cerrahi girişimler arayışına sürüklemiştir. Bu nedenle son zamanlarda popüler olarak çok farklı versiyonları uygulanmakta olan “Minimal İnvaziv Glokom Cerrahisi (MIGC) kavramı ortaya atılmıştır. Tanım olarak MIGC; temelde bazı cerrahi özellikleri paylaşan bir grup cerrahi yöntem verilen bir isimdir. Bu özellikler; tüm cerrahilerin, ab-interno olması, dokuya minimal travma uygulanması, yüksek etkinlik ve güvenlik profili ve hızlı iyileşme dönemine sahip olmalarıdır.⁴ Bu cerrahilerde özellikle bleb varlığının olmaması önem teşkil etmektedir. Çünkü trabekülektomide pek çok tanımlanmış olan komplikasyon bleb ile ilişkilidir.³

1- M.D. Associate Professor, Gazi University Faculty of Medicine Hospital
Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY
AKTAS Z., drzeynep2000@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 27.08.2016
Kabul Tarihi - Accepted: 29.08.2016
Glo-Kat 2016;11:143-150

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D., Zeynep AKTAŞ
Gazi University Faculty of Medicine Hospital
Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY

Phone: +90 312 202 63 15
E-mail: drzeynep2000@yahoo.com

Bu yöntemlerin hepsi, aköz dışı akımı için bir fistüle gereksinim olmaksızın, fizyolojik akım yollarını kullanmaktadır. Bu da özellikle dışı akım ile ilişkili hipotoni komplikasyonunun azaltılmasında önemli rol oynayan etkenlerden birisidir. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki, primer açık açılı glokomun (PAAG) patofizyolojisinde bahsi geçen bu doğal dışı akım yollarındaki direncin rolü büyüktür. Dışı akım direncinin en fazla olduğu alan ise bilindiği üzere jukstakanaliküler trabeküler ağdır. Klasik bilgi olarak aköz dışı akımı, konvansiyonel ve uveoskleral olmak üzere iki yoldan gerçekleşmektedir. Dışı akımdan daha fazla sorumlu olan konvansiyonel akım ise, trabeküler ağ yolu ile gerçekleşmektedir.⁴

Trabeküler ağın, PAAG patofizyolojisi ve tedavisindeki rolü düşünülürken, MIGC yöntemlerinin de merkezinde trabeküler ağın bulunması mantık dışı görünmemektedir. Genel olarak MIGC yöntemleri çalışma prensiplerine göre iki anatomik lokalizasyonda kategorize edilebilir: Schlemm kanalı (SK) ve suprakoroidal alan. Amaç; dışı akım direncinin en fazla olduğu trabeküler ağın, çeşitli implantlar kullanılarak ya da kullanılmaksızın, dilatasyonu, ablasyonu ya da bypass edilmesidir.

Bu amaçla tanımlanmış ve uygulamada olan pek çok yöntemin uzun dönem sonuçları hala mevcut değildir. Temelde, bu yöntemler implantlı, implantsız ve ab-interno, ab-eksterno yöntemler olarak kategorize edilebilir.⁵ Dünyada uygulamada olan implantlı yöntemler; Gold mikroşant (Solx), iStent (Glaucos), Hydrus (Ivantis), Cypass (Transcend), Xen (Aquesys) implantlarıdır ancak bunların pek çoğu günümüz ve özellikle ülkemiz şartlarında pahalı ve ulaşımı zor olmaları açısından dezavantajlıdır. İmplantsız olan cerrahiler ise; kanaloplasti, trabektomi, ve son zamanlarda daha güncel olan cerrahiler ise ab-externo trabekülotomi ve ab-interno transluminal trabekülotomi (GATT) cerrahileridir.⁶⁻¹⁴ Bu tekniklerden kanaloplasti ve ab-eksterno trabekülotomi konjonktiva açılmasını gerektiren teknikler olması açısından yukarıda tanımlanan klasik MIGC tanımına gerçekte uymamakla birlikte, temelde bir bleb formasyonu hedeflenmemektedir. Filtran cerrahiden ise daha az invaziv oldukları için ara bir kategoride düşünülebilir. Bu güncel konu başlığı altında, yukarıda sayılan implantsız açığa yönelik güncel glokom cerrahi yöntemlerinden, güncel literatür bilgileri ve kendi klinik deneyimlerimiz ışığında bahsedilecektir.

Kanaloplasti

MIGC teknikleri arasında kanaloplasti cerrahisi şüphesiz ki inovatif bir teknik olup, diğer güncel tekniklerle karşılaştırıldığında nispeten daha eski yöntemlerden birisidir. Ab-eksterno bir prosedür olan kanaloplasti, viskokanalostominin gelişmiş bir versiyonudur. Viskokanalostomide tanımlandığı şekilde yüzeysel ve derin skleral flebin kaldırılmasını takiben Schlemm kanalının (SK) bulunması sonrasında, kanalın 360 derece kateterize edildiği bir cerrahidir. 360 derece kateterizasyonda kullanılan kateter (i-Track 250; iScience Interventional) aydınlatma sistemine sahip olup bu sayede SK'nın kateterizasyonunun takibine olanak verebilme avantajına sahiptir (Resim 1). Bu esnada SK içerisine viskoelastik madde enjekte

edilerek, 360 derece viskodilatasyona da olanak sağlayabilmektedir. 360 derece kateterizasyonun sonunda diğer ostiumdan çıkan kateterin distal ucuna 10/0 polipropilen sütür bağlanmakta ve tekrar sütür 360 derece geri çekilerek gergin bir şekilde bağlanmaktadır. Derin skleral flep eksizyonunu takiben, yüzeysel flep sıkıca kapatılmaktadır. Bu cerrahi fizyolojik dışı akım yollarını kullanmakta ve SK iç duvarının gerilmesi ve viskoelastik madde enjeksiyonu ile birlikte dışı akımın artarak GİB düşüşü sağlaması hedeflenmektedir. Viskoelastik madde enjeksiyonu ise sadece SK dilatasyonunu sağlamayı aynı zamanda da SK'nın iç ve dış duvarında ve komşu trabeküler dokularda harabiyete neden olmaktadır.¹⁵



Resim 1: Kanaloplastide kullanılan ışıklı kateter sistemi (iTrack-250; iScience Interventional).

Kanaloplastinin etkinliği bugüne kadar pek çok klinik çalışmada değerlendirilmiş ve karşılaştırmalı çalışmalar yapılmıştır. Lewis ve ark.,¹⁶ çalışmalarında kanaloplasti ve fakokanaloplasti yaptıkları olguları incelemişler ve toplam 127 gözü çalışmaya dahil etmişlerdir. Sırası ile her iki grupta preoperatif ve postoperatif ortalama GİB değerlerini 23.2 ± 4.0 mmHg/ 23.1 ± 5.5 mmHg ve 16.3 ± 3.7 mmHg/ 13.4 ± 4.0 mmHg olarak rapor etmişlerdir. Benzer şekilde preoperatif ve postoperatif kullanılmakta olan ilaç sayılarında da anlamlı düşüş saptanmıştır. Fakokanaloplasti ile kombine cerrahi uygulanan grupta GİB düşüşü beklenildiği üzere bir miktar daha fazla bulunmuştur. Aynı ekibin çalışma grubunun uzun dönem sonuçları da incelendiğinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Sonuç olarak bu cerrahi açık açılı glokomlu olgularda güvenilir ve başarılı bir cerrahi olarak rapor edilmiştir.

Bull ve ark.,¹⁷ çalışmalarında benzer şekilde kanaloplasti ve fakokanaloplasti yapılan 109 olguyu çalışmalarında incelemişlerdir. Preoperatif ve postoperatif ortalama GİB değerleri sırasıyla 23.0 ± 4.3 mmHg/ 24.3 ± 6.0 mmHg ve 15.1 ± 3.1 mmHg/ 13.8 ± 3.2 mmHg olarak rapor edilmiş ve anlamlı GİB düşüşü sağlanmıştır.

Kanaloplastiyi diğer glokom cerrahileri ile karşılaştıran çalışmaların genelinde, kanaloplasti ile GİB düşüşleri viskokanalostomi ile karşılaştırıldığında daha fazla ancak trabekülotomi ile kıyaslandığında daha yetersiz kalmaktadır.

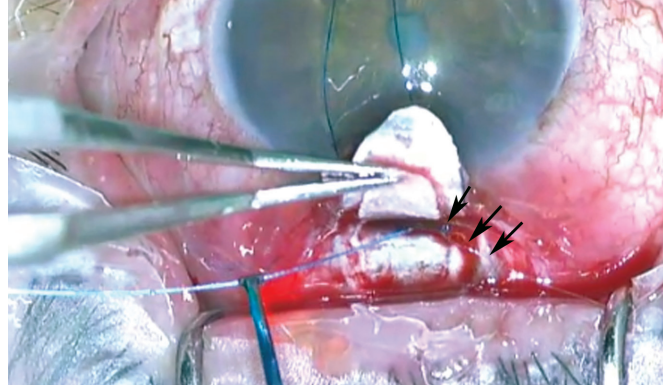
Koerber ve ark.,¹⁸ 15 primer açık açılı olgunun bir gözüne kanaloplasti diğer gözüne viskokanalostomi yapmışlardır. Kanaloplasti grubunda GIB düşüşü viskokanalostomi grubuna göre 1.5 mmHg daha fazla olarak bulunmuştur. Ayyala ve ark.,¹⁹ retrospektif olarak MMC ile trabekülektomi ve kanaloplasti yaptıkları olguların sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Bir yıllık izlem sonunda kanaloplasti grubunda GIB düşüşü %32, trabekülektomi grubunda ise %43 olarak bulunmuştur. Komplikasyon oranlarına bakıldığında, kanaloplasti grubunda sık komplikasyonlar hifema (%21), PAS (%6) ve Descemet dekolmanı (%2); trabekülektomi grubunda ise koroid dekolmanı (%17) ve hipoton makulopatisi (%4) olarak rapor edilmiştir. Bleb revizyonu oranı ise %15 bulunmuştur.

Kanaloplasti sonrası başarısız sonuç alındığında trabekülektomi öncesinde yapılabilecek bir cerrahi manüplasyon da SK içerisinde bulunan süttürün goniolens yardımıyla yakalanarak 360 derece trabekülotomi yapılmasıdır. Kanaloplasti cerrahisinin bir avantajı da budur. Literatürde başarısız kanaloplasti sonrası uygulanan bu yöntemin bir yıllık sonuçları başarılı bulunmuştur.²⁰

Bazı araştırmalarda kanaloplasti sonrasında bleb formasyonu olup olmadığı araştırılmıştır. Klink ve ark.,²¹ spesifik olarak bu konuyu araştırdıkları araştırmalarında 20 olgunun 20 gözünü çalışmalarına dahil etmişlerdir. Olgular ön segment OCT ve UBM ile incelenmişlerdir ve sadece 1 olguda bleb yapısı izlenmiştir. Yazarlar kanaloplasti sonrasında GIB düşüşünün bleb formasyonundan bağımsız olduğunu ve bleb oluşumunun nadir bir olay olduğunu belirtmişlerdir.

Kanaloplasti cerrahisi ışıklı kateter gerektirmesi nedeni ile kendi klinik deneyimimizde kateter yerine gonioskopi kontrollü olarak ab-eksterno süttür trabekülotomide uygulanmakta olan 6-0 ya da 5-0 prolen süttürler yardımı ile de uygulanabilmektedir. Süttürlerin ucunun el koteri ile küntleştirilmesini takiben süttür SK içerisinde kateter gibi 360 derece ilerletilmektedir. Ancak bu aşamada süttürün suprakoroidal alana ilerlemesi mümkündür bu nedenle gonioskopik olarak takibi peroperatif yapılmalıdır. Süttürün diğer ucu dışarı alındıktan sonra 10-0 prolen süttür aynı kanaloplastide ışıklı katetere bağlandığı gibi koter ile küntleştirilmiş olan ucun arkasına sıkıca bağlanıp 360 derece geri çekilmektedir (Resim 2). Böylece 10-0 prolen süttür çepeçevre SK içerisine geçirilmiş olmaktadır. Diğer basamaklar kanaloplasti cerrahisinin orjinalinde tanımlandığı üzere yapılabilmektedir. Bu tekniğin avantajı ışıklı kateter gerektirmediği için daha ucuz olmasıdır. Peroperatif baş pozisyon değişikliği yapılması çok pratik olmayacağından, bu amaçla Mori upright gonioserrahi lensi (Ocular Instruments) ile baş pozisyonu vermeden, istenildiği noktada ve 360 derece SK görüntülenmesi sağlanabilmektedir.

Özetle, kanaloplasti, erken-orta evre glokomlu olgularda daha uygun bir cerrahidir. Işıklı kateter kullanımı diğer SK cerrahilerinde de kullanım alanı bulmuştur. Viskokanalostomiden daha fazla ancak trabekülektomiden daha az GIB ve ilaç sayısı düşüşü sağlayabilmektedir. Fako ile kolayca kombine edilebilmekte ve ek GIB düşüşü sağlanabilmektedir.



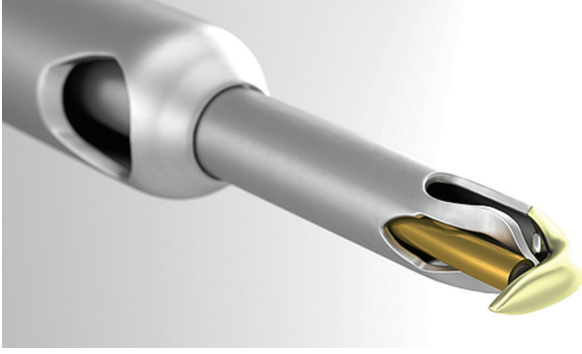
Resim 2: Sütürsüz kanaloplasti cerrahisinde Schlemm kanalı içerisinde 360 derece geçirilen 6-0 prolen süttürün küntleştirilmiş ucuna 10-0 prolen süttürün bağlanıp geri çekilmesi (siyah ok) [Dr. Zeynep Aktaş].

Trabektom

Trabektom (Neomedix, Inc., Tustin, CA), 1.6-1.8 mm korneal kesiden girilerek, ab-interno 19.5 gauge elcik kullanılarak trabeküler ağ ve SK iç duvarının yok edilmesine olanak sağlayan bir elektrokoter sistemidir. Aynı zamanda aspirasyon-irrigasyon sistemi mevcuttur. Ayak pedalı ile kontrol edilebilen sistem ile, irrigasyon desteği altında koterizasyon sonrasında kalan iç duvar debrisleri aspire edilebilmektedir. Proben ucu SK içerisine rahatlıkla girebilecek bir tasarıma sahiptir (Resim 3). Cerrahi, goniolens eşliğinde yapılmaktadır. Hastaya baş pozisyonu verilerek, nazal yarıdan 90-120 derece trabeküler alan ablade edilmektedir. Çevre dokulara zarar verilmemekte olduğu düşünülmektedir. Gonioserrahi olduğundan dolayı açık açılı glokomlu olgularda endikedir. Trabeküler ağın izlenmediği olgularda ve neovasküler glokomda, episkleral venöz basınç artışı, aktif üveit, açı disgenezisi durumlarında kontrendikedir.²²

Konu ile ilgili Minckler ve ark.,^{6,7} nın geniş çalışmaları vardır. 1127 olguda yaptıkları çalışmalarında, bir kısım olguya trabektom, bir kısım olguya da fako-trabektom cerrahisi uygulanmıştır. Sadece trabektom uygulanan grupta 24 ay sonunda GIB düşüşü %40 olarak bulunmuştur. Ortalama ilaç sayısı ise 2.9'dan 1.2'ye inmiştir. Olguların hiçbirinde hipotoni, koroid efüzyonu, koroid hemorajisi ve enfeksiyon izlenmemiştir. Maeda ve ark.,⁷ 69 olgunun 80 gözünde yaptıkları çalışmada, trabektom cerrahisi sonrasında 6. ayda GIB düşüşünü %28.7 olarak saptamışlardır. 13 olguda (%16.3) re-cerrahi gerekli olmuş, hiçbir olguda hipotoni, koroid efüzyonu, koroid hemorajisi ve enfeksiyon izlenmemiştir. Olguların tümünde intraoperatif kan reflüsü izlenmiştir. Güvenli ve etkin bir cerrahi olarak rapor edilmiştir.

Jea ve ark.,²³ trabektom cerrahisi uygulanan 115 olgu ile MMC ile trabekülektomi cerrahisi uygulanan 102 olgunun sonuçlarını karşılaştırmışlardır. 24 aylık takip sonucunda trabektom grubunda GIB 28.1 ± 8.6 mmHg'dan 15.9 ± 4.5 mmHg'ya (%43.5 düşüş); MMC ile trabekülektomi grubunda ise GIB 26.3 ± 10.9 mmHg'dan 10.2 ± 4.1 mmHg'ya (%61.3 düşüş) düşmüştür. MMC ile trabekülektomi cerrahisi trabektom cerrahisine göre daha fazla GIB düşüşü sağlamaktadır ancak trabektom cerrahisi bleb olmaması ve görmeyi azaltan komplikasyon oranları daha düşük olduğu için avantajlıdır.



Resim 3: Trabektom uç tasarımı.

Dar açı eskiden trabektom cerrahisi için bir kontrendikasyon olarak kabul edilmekle birlikte fako ile kombine edildiği takdirde, dar açılı olgularda filtran cerrahinin riskleri düşünüldüğünde bazı yazarlara göre daha kabul edilebilir bir cerrahidir.^{22,24} Bussel ve ark.,²⁴ açı evrelemesi Schaffer grade (SG) ≤ 2 ve açık açılı olgularda (SG ≥ 3) trabektom ve fako-trabektom uyguladıkları olguların prospektif sonuçlarını yayınlamışlardır. 1 yıllık sonuçlara bakıldığında; sadece trabektom uygulanan SG ≤ 2 ve SG ≥ 3 olgularda GIB düşüşü sırasıyla %42 ve %37 iken; fako-trabektom uygulanan olgularda GIB düşüşü sırasıyla %24 ve %25 olarak saptanmıştır. Her iki grup arasında GIB düşüşü, ilaç kullanımı, komplikasyonlar, ikincil cerrahi ve cerrahi başarı oranları açısından fark bulunmamıştır. Bu nedenle yazarlara göre trabektom cerrahisi endikasyonları içerisinde daha önce girmeyen SG ≤ 2 olan dar açılı olgular bu cerrahi ile açık açılı SG ≥ 3 olan olgulara göre daha kötü sonuçlara sahip değillerdir. Aynı yazarların yazmış olduğu kitap bölümünde, trabektomun devamlı irrigasyon altında goniosineziyoliz amaçlı da kullanılabilirliği belirtilmektedir.²²

Jea ve ark.,²⁵ bir diğer çalışmalarında önceden geçirilmiş olan başarısız trabektom cerrahisinin, sonraki trabekülektomi cerrahisine olan etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla önceden trabektom cerrahisi geçiren olgulardaki (n:34) MMC ile trabekülektomi cerrahisinin sonuçları ile, ilk cerrahi olarak MMC ile trabekülektomi cerrahisi uygulanan olguların (n:42) sonuçları karşılaştırılmıştır. Cerrahi sonuçlar her iki grupta da benzer olup, önceden geçirilen trabektom cerrahisinin, trabekülektomi cerrahisinin sonuçlarını etkilemediği sonucuna varmışlardır.

Vold ve ark.,²⁶ trabektom cerrahisi ve lazer trabeküloplastisi ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, ab interno trabekülotomide daha önce uygulanmış olan lazer tedavisinin GIB üzerine olumsuz etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Bussel ve ark.,²⁷ başarısız trabekülektomi cerrahisi sonrasında trabektom ya da fako-trabektom cerrahisi geçiren olguların 1 yıllık sonuçlarını rapor ettikleri çalışmalarında; 73 olgunun 73 gözünü incelemiş ve sonuçta trabektom ve fako-trabektom uygulanan gruplarda GIB düşüşleri sırasıyla %28 ve %19 olarak bulunmuştur. Olgu sayıları ve takipleri henüz yetersiz olmakla birlikte yazarlar, başarısız trabekülektomi cerrahisi

sonrasında yeni bir konvansiyonel cerrahiye tolere edemeyecek ya da isteksiz olan olgularda trabektom cerrahisinin denenebileceğini düşünmektedirler. Farklı bir uygulama olarak, trabektom cerrahisinin seton cerrahisine ek olarak hipertansif fazı önlemek amaçlı, özellikle ileri evre glokomlu olgularda yardımcı bir cerrahi olarak uygulanabileceği de düşünülmektedir. Trabektom±fako cerrahisi tamamlandıktan sonra ön kamara viskoelastik madde ile doldurularak tüp cerrahisine geçilebilmektedir.²²

Trabektom cerrahisinin komplikasyonlarından en sık karşılaşılanı hifema olup, neredeyse her hastada görülebilmekte ve 1-2 hafta içerisinde spontan gerilediği bildirilmektedir. Bu cerrahinin diğer komplikasyonları ise periferik anterior sineşi (%14), korneal hasar (%6), geçici GIB yükselmeleri (%6), siklodializ, geçici hipotoni (%1.5), iris hasarı (%1), kistoid maküla ödemi (%1.6), katarakt progresyonu (%1.2) ve çok nadiren malign glokom, koroid hemorajisi olarak bildirilmektedir.²²

Bu cerrahi, erken-orta evre glokomlu olgularda daha uygun bir cerrahidir. Anlaşıldığı üzere konjonktiva açılmadan yapılan bir müdahale olması ve sonraki cerrahi müdahaleler için engel teşkil etmemesi ve filtran cerrahi geçirmiş gözlerde de uygulanabilmesi açısından avantajlı görünmektedir. Filtran cerrahi kadar olmasa da, GIB ve ilaç sayısında etkin düşüşler sağlayabilmektedir. Fako ile kombine uygulandığında daha fazla GIB düşüşleri elde edilebilmektedir.

Ab-eksterno Sütür Trabekülotomi

Trabekülotomi, bir çeşit SK cerrahisidir. Kanaloplasti ve viskokanalostomi ile pek çok ortak yanları bulunmaktadır. Pediatric ve erişkin popülasyonda başarılı olduğu gösterilmiş bir cerrahidir.²⁸ Sıklıkla pediatric popülasyonda metal trabekülotom kullanılarak 120 derece yapılmaktadır. 360 derece trabekülotomi yapıldığı takdirde jukstatrabeküler direncin ve dolayısıyla GIB'nın daha fazla düşmesi beklenmektedir.

Son zamanlarda değişik modifikasyonları tanımlanmıştır. Girkin ve ark.,²⁹ kanaloplastide kullanılmakta olan ışıklı mikrokater kullanarak 360 derece trabekülotomi yapmış ve 11 primer ve sekonder konjenital/juvenil glokomlu olgunun 2 yıllık sonuçlarına baktıklarında ortalama GIB'ın 33.8 ± 6.3 mmHg'dan 18.3 ± 3.5 mmHg'ya düşmüş olduğunu görmüşlerdir. Bu amaçla sütür de kullanılmaktadır. Ab-eksterno sütür trabekülotominin (ST) erişkinlerde etkinliğini ilk değerlendiren araştırma Chin ve ark.,³⁰ tarafından yapılmıştır. Modifiye ST kullanılarak uygulanan cerrahide başarı oranı %84 olarak bildirilmiştir. Sato ve ark.,³¹ da benzer tekniği derin sklerektomi ve katarakt cerrahisi ile kombine etmişlerdir.

Bu cerrahide 360 derece trabekülotomi yapılması Trabektom cerrahisine göre bir avantaj sayılabilir. Sanıldığı aksine, filtran cerrahide daha sık karşılaşılan ve can sıkıcı bir komplikasyon olan hipotoni komplikasyonu ile karşılaşmamaktadır. Bunun nedeni her ne kadar 360 derece SK iç duvarı elimine edilse de, mevcut olan distal akım direncidir.³²

Teknik olarak başlangıç aşaması ab-eksterno bir teknik olduğundan dolayı kanaloplasti ve visk kanalostomiye benzerdir. Konjonktiva açıldıktan sonra, yüzeysel ve derin skleral flep kaldırılmakta ve takiben SK ekspoze edilmektedir. Aköz perkolasyonun gelişi takip edilmektedir. Perkolasyonun izlenmesi lineer skleral bir insizyon ile de mümkündür. Chin ve ark.,³⁰ ST tekniğini modifiye etmişlerdir tanımladıkları teknikte skleral flep kaldırılarak SK bulunmaktadır. Hepsen ve ark.,¹³ ve Aktas ve ark.,¹⁴ da benzer modifiye tekniği çalışmalarında kullanmışlardır. Bir yan korneal insizyondan ön kamaraya girilerek viskoelastik madde verilmektedir. Skleral flepin her iki kenarından SK iç duvarından ön kamaraya geçecek şekilde 30 gauge iğne ile ön kamaraya girilmektedir. Takiben SK içerisine uçları koter ile küntleştirilmiş polipropilen sütür girilmekte ve sütür 360 derece SK içerisinde geçirilmektedir (Resim 4A-B). Sütür ucu SK diğer ostiumundan dışarı çıktığında her iki uç, daha önce 30 gauge iğne ile skleral flep kenarından oluşturulan hollerden ön kamaraya girilmektedir. Takiben yan insizyondan uçlar bir forseps yardımıyla yakalanarak dışarı alınmakta ve yavaşça traksiyon yapılarak trabekülotomi 360 dereceye tamamlanmaktadır. Konvansiyonel yöntemde (Resim 5A-B) daha fazla rezistans oluşmakta ve iris perforasyonu ile daha fazla karşılaşılmaktadır.

İşlem sırasında açıdan hemoraji gelişebilmektedir. Bu nedenle ön kamarada bir miktar viskoelastik madde tampon olarak bırakılabilir. Postoperatif dönemde benzer şekilde topikal antibiyotik 4x1, 1 hafta ve topikal steroid 4x1, 4 haftada azaltılacak şekilde uygulanmaktadır.

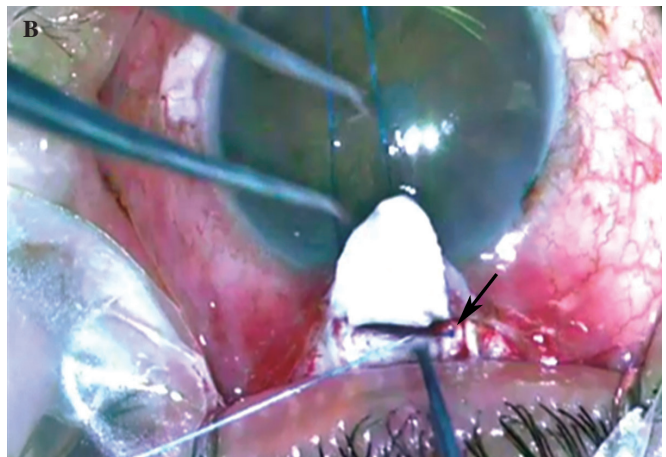
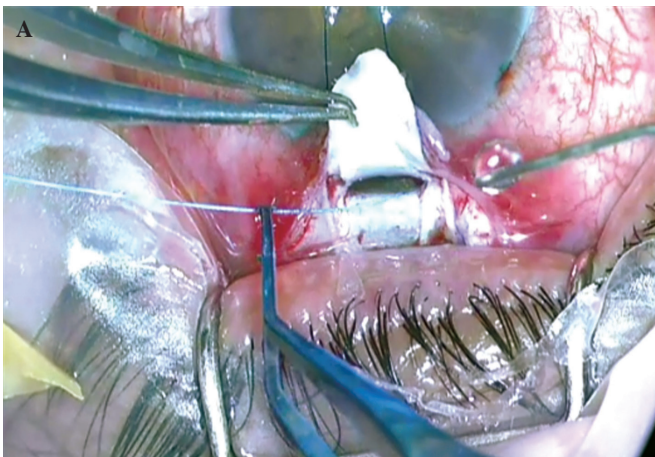
Hepsen ve ark.,¹³ erişkin psödoeksfolyatif olgularda uyguladıkları modifiye 360 derece ST cerrahisinin 12 aylık sonuçlarında tam ve kısmi cerrahi başarı oranlarını %68.4 ve %94.7 olarak rapor etmişlerdir. Komplikasyon olarak hifema, geçici GIB yükseklikleri ve periferik anterior sineşi gözlenmiş olup, hiçbir olguda hipotoni ve görmeyi tehdit eden cerrahi komplikasyonlar ile karşılaşılmamıştır. Aktas ve ark.,¹⁴ erişkinlerde ab-eksterno ST sonuçları ile MMC ile trabekülotomi sonuçlarını retrospektif olarak karşılaştırmışlardır.

Her iki grupta tam ve kısmi cerrahi başarı oranları sırası ile %80-%100 ve 82-%100 olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. MMC ile trabekülotomi grubunda 2 olguda (%8) hipotoni ve 1 olguda (%4) kistik blebe rastlanırken, ST grubunda bu komplikasyonlar görülmemiş ancak en sık karşılaşılan komplikasyon 17 olguda (%73) 7-10 gün içinde spontan gerileyen ve kaybolan hifema izlenmişlerdir. Bu cerrahide hifema olması cerrahinin etkin olduğunun peroperatif bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Episkleral venlerden reflü olduğu düşünüldüğünde iyi prognostik bir işarettir.

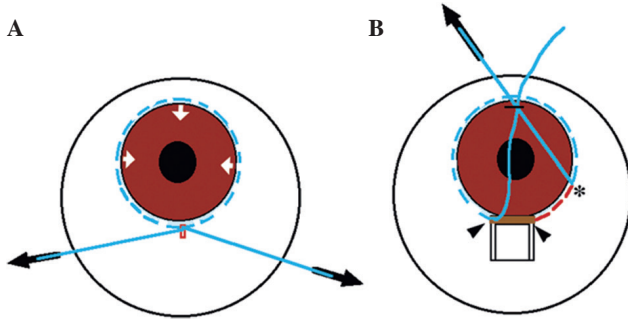
Sütürün yanlış yönlenebilmesi de bu cerrahinin olası komplikasyonlarından birisidir. Bu komplikasyon olasılığı cerrahi deneyim ile azalmakla birlikte, kateter SK içerisinde ilerletilirken goniolens eşliğinde prolen sütürün takip edilmesi ile daha da azaltılabilir (Resim 6).

Kliniğimizde yapılmış ve henüz sonuçları daha basılmamış bir tez çalışmasında, başarısız trabekülotomi sonrasında re-trabekülotomi ve ab-eksterno/interno sütür trabekülotomi cerrahisinin 1 yıllık izlem sonuçları karşılaştırılmıştır. Postoperatif 1. ay vizitinde iki grup arasında GİB açısından anlamlı fark izlenmezken; diğer bütün vizitlerde GİB'nın sütür trabekülotomi lehine anlamlı olarak daha düşük olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde ortalama postoperatif medikasyon sayıları arasında 1. ay vizitinde anlamlı fark saptanmazken diğer bütün vizitlerde sayının sütür trabekülotomi grubunda daha düşük olduğu görülmüştür.

Özet olarak trabekülotomi eski bir cerrahi olmakla birlikte, açık açılı glokomlu erişkinlerde uygulamaya girmesi ve modifiye teknik ile uygulanması son zamanlarda ortaya çıkmıştır. Modifiye teknikte uygulanan başlıca farklılıklar; skleral flep kaldırılması, korneal yan giriş oluşturulması ve skleral flep kenarından sütür hollerinin oluşturulmasıdır. Bu modifikasyonun amacı, daha az direnç ile diğer çevre dokulara zarar vermeden sadece hedef doku olan SK iç duvarının insize edilebilmesidir. Erken dönem sonuçlar umut vaat edici olmakla birlikte uzun dönem sonuçları da görülmelidir.



Resim 4A-B: Ab-eksterno 360 derece sütür trabekülotomide konjonktiva, yüzeysel ve derin skleral flepler kaldırılıp Schlemm kanalı bulunduğundan sonra 6-0 prolen sütürün kanal içerisine doğru itilmesi (A) sonrasında diğer ostiumdan sütürün ucunun çıkışı (B) (siyah ok) [Dr. Zeynep Aktas].



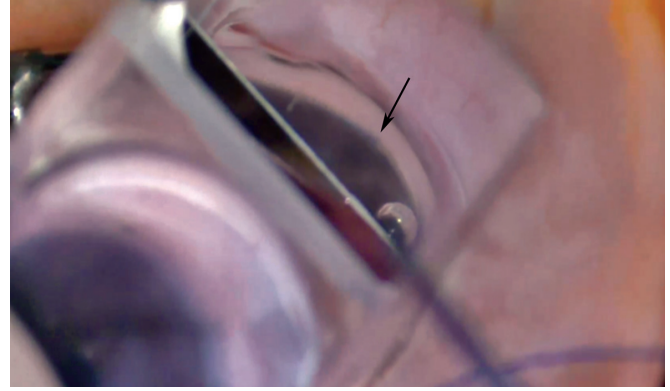
Resim 5A-B: Ab-eksterno 360 derece sütün trabekülotomi cerrahisinde konvansiyonel (A) ve modifiye (B) yöntemlerin demonstrasyonu (Chin ve ark.,³⁰).

Ab-İnterno Sütün Trabekülotomi (Gonioskopi Asiste Transluminal Trabekülotomi)

Daha önce de bahsedildiği üzere ab-eksterno trabekülotomi cerrahisi konjenital/juvenil olgularda ve son zamanlarda erişkin olgularda da çeşitli modifikasyonlarla başarı ile uygulanmakta olan bir cerrahi olmuştur. SK cerrahilerindeki gelişmeler, fleksibl kateterlerin kanaloplasti ile kullanıma girmesi ile bu cerrahi teknik de gelişmiştir. Ab-eksterno sütün trabekülotominin dezavantajı, konjonktivanın açılması ve skleral flep diseksiyonunun olmasıdır. Bu aşamalar cerrahi süreyi uzatmakta, bir miktar hasta konforunu azaltmakta ve de herseyden önce daha sonra gerekecek trabekülotomi cerrahi sahasında yara iyileşmesi nedeniyle cerrahi başarıyı etkileyebilme olasılığının olmasıdır.

Bu nedenle yeni teknik arayışları devam etmiş ve Grover ve ark.,⁹⁻¹¹ gonioskopi asiste transluminal trabekülotomi (GATT) tekniğini tanımlamışlardır. Tekniği ilk tanımladıkları yayında ışıklı mikrokateter kullanmışlardır ve en az 6 ay takibi olan açık açılı glokom olgularındaki sonuçları rapor etmişlerdir. 23-gauge parasentez insizyonu açılmakta takiben buradan ön kamara viskoelastik madde ile doldurulmaktadır. Takiben nazal alandan MVR bıçak ile goniotomi yapılmaktadır (Resim 7A). Mikrokateterin distal ucu goniotomi alanından SK içerisinde ilerletilmektedir. Kateterin 360 derece dönüşü ışık yardımı ile izlenebilmektedir. 360 derece dönüş sağlandıktan sonra distal uç, forseps yardımı ile yakalanmakta ve temporal insizyondan eksternalize edilmektedir (Resim 7B). Daha sonra forsepsler yardımı ile katetere traksiyon uygulanarak 360 derece trabekülotomi uygulanmaktadır. Viskoelastik açıdan hemorajiyi tampone etmek amaçlı, bir miktar ön kamarada bırakılabilmektedir.

Grover ve ark.,⁹ 85 açık açılı olgunun 75 gözünde yaptıkları ve yayınladıkları ilk çalışmalarında primer açık açılı glokomlu ve sekonder glokomlu olgularda GIB düşüşünü sırasıyla %30 ve %52.7 olarak rapor etmişlerdir. Cerrahi komplikasyon olarak en sık %30 olguda 1 haftada spontan yok olan hifema bildirilmiştir. Takiben aynı grup, pediatrik vakalarda



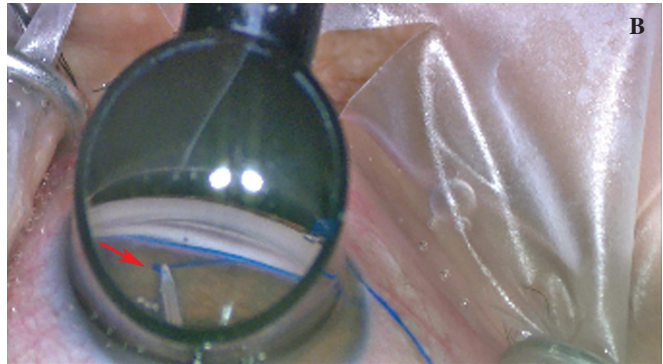
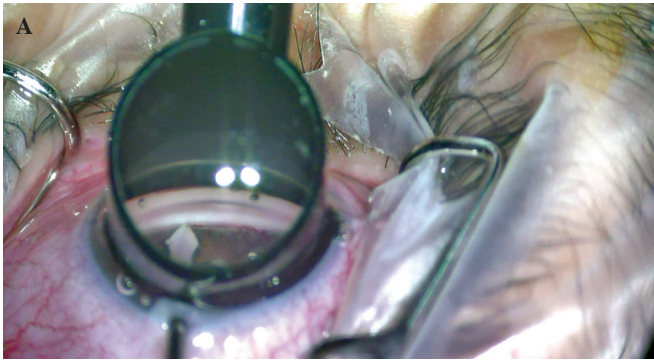
Resim 6: Ab-eksterno 360 derece sütün trabekülotomi cerrahisinde konjenital glokomlu bir olguda Mori cerrahi lensi kullanılarak 6-0 prolen sütün ucunun, yüksek iris arkasında Schlemm kanalı içerisinde izlenmesi (siyak ok) [Dr. Zeynep Aktaş].

aynı tekniğin sonuçlarını incelemişlerdir. Primer konjenital glokom ve juvenil glokomu olan ve 12 aydan fazla takibi olan 10 olgunun 14 gözü çalışmaya dahil edilmiştir. Ortalama GIB düşüşü 27.3 mmHg'dan 14.8 mmHg'ya düşmüş ve en sık komplikasyon olarak (%36) spontan rezolüsyona uğrayan hifema bildirilmiştir. Bu nedenle bu teknik sonuçları açısından ab-eksterno trabekülotomiye bir alternatif olarak umut vaat edici olarak yorumlanmıştır.¹⁰

Grover ve ark.,¹¹ son çalışmalarında bu tekniği bir olguda modifiye etmiş ve trabekülotomi amacıyla ışıklı kateter yerine 4-0 naylon sütün kullanmışlardır. Benzer şekilde nazal açıya uygulama yapılacak şekilde mikroskop ve baş pozisyonu ayarlanması takiben SK içerisine ışıklı kateter yerine sütün ilerletilmesi esasına dayanmaktadır.

Postoperatif takip ab-eksterno trabekülotomiye benzerdir. 1 hafta topikal antibiyotik ve 4 hafta topikal steroid kullanımı uygundur. Erken dönemde GIB pikleri ile karşılaşıldığında pilokarpin işe yarayabilmektedir. Genellikle postoperatif 1. Gün, 1. Hafta ve 1. Ay kontrol yapılmaktadır. Takiplerde gonioskopi de yapılması önemlidir, bu sayede kalan trabeküler dokunun açık olup olmadığı, sineşi gelişip gelişmediği değerlendirilebilmektedir. Takiplerde değişik evrelerde trabekülotomi sahasında hemoraji görülebilir ancak bu iyileşme sürecinin aşamaları ve etkileri ile ilgili henüz bilimsel bir veri mevcut değildir.

Trabekülotomi cerrahisinin etkin olup olmayacağı değerlendirilmesi peroperatif olarak yapılabilmektedir. Bu amaçla tanımlanmış olan en son yöntem, episkleral venöz sıvı dalgasının izlenmesidir.³³ Bu amaçla, retrospektif olarak trabektomi ya da fako-trabektomi cerrahisi 49 olgunun 68 gözünde episkleral akım değerlendirilmesi yapılmıştır. Episkleral akımı yaygın olan olgular ve iyi olmayan olgularda GIB ve ilaç sayısı karşılaştırılmış ve yaygın akım gözlenen olgularda GIB ve ilaç sayısının anlamlı olarak daha az olduğu bildirilmiştir. Cerrahi sonrasında irrigasyon açıldığında episkleral venlerde laminar bir akım görülmesi, ve bu durumun saat kadranı açısından yaygınlığı iyi prognostik bir işaret olarak kabul edilebilir (Şekil 8A-B).

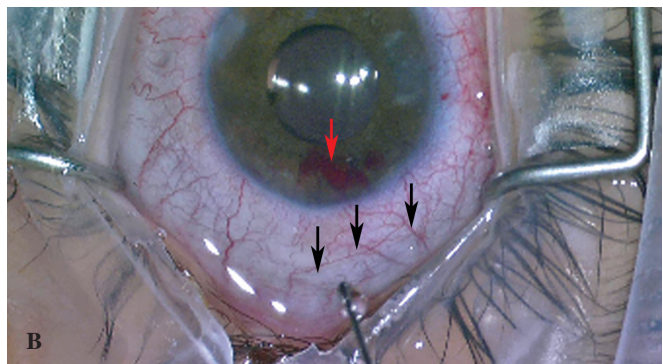
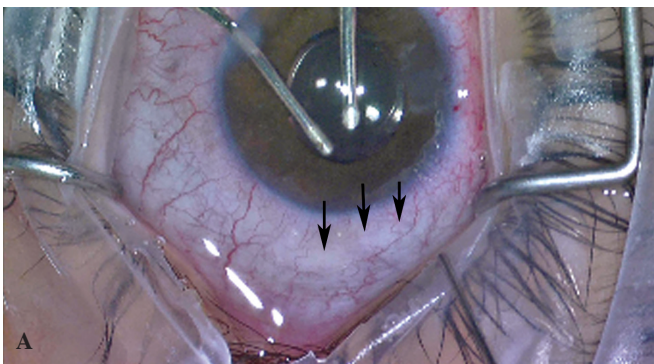


Resim 7A-B: GATT cerrahisinde Swan-Jacob gonioscerrahi lensi ile MVR bıçak yardımı ile goniotomi uygulaması ve goniotomi hattında hafif hemoraji oluşumu (A), goniotomi sonrasında Schlemm kanalı içerisinde ilerletilen 6-0 prolene sütünün 360 derece dönererek diğer ostiumdan çıkışı sonrasında forseps ile yakalanması (B) (kırmızı ok) [Dr. Zeynep Aktaş].

Klinik olarak postoperatif takiplerde gonioskopik muayene- de cerrahi sahanın açık olduğu ancak hastada GIB düşüşünün görülmediği durumlar olabilmektedir. Bu durum disfonksiyonel kolektör kanalların varlığı ya da distal kolektör kanallarda mevcut olan hasar ile izah edilebilir. Ancak klinik olarak şu anda kolektör kanal fonksiyonlarının değerlendirilmesi mümkün değildir. Grover ve ark.,³⁴ yaptıkları son analizlerde MD -15dB ve daha kötü olan primer açık açılı glokomlu olgularda cerrahi başarısızlık riskinin daha fazla olabildiğini ve bu olguların trabekülektomi veya seton cerrahisinden daha fazla istifade edebileceğini belirtmektedirler.

Bu cerrahinin şu an için endikasyonları, primer ve sekonder açık açılı, konjenital/juvenil glokomlu olgulardır. Absolut kontrendikasyonları; antikoagülan kullanımı, kanama diatezi, stabil olmayan GİL, açı yapılarının özellikle trabeküler ağın görülemiyor olması, kapalı açı ya da ciddi endotelial yetmezlik. Relatif kontrendikasyonları ise daha önce korneal transplant cerrahisi geçirmiş olmak ya da postoperatif ilk haftada basınç 30 derece eleve edilememesi durumlarıdır.

Özet olarak, GATT konjonktivanın açılmaması ve doğal dışa akım yollarının kullanılması açısından avantajlı bir MIGS yöntemidir. Başarı oranları da en azından daha önce ab-eksterno 360 derece trabekülotomi cerrahisi için elde edilen başarı oranlarına benzerdir. Kendi klinik çalışmalarımıza göre sonuçları filtran cerrahi ile de benzerlik göstermektedir. Bu cerrahinin uzun dönem sonuçları için zamana ihtiyaç vardır.



Resim 8A-B: Peroperatif cerrahi başarı kontrolü. Fako-GATT cerrahisi sonrasında nazal kadranda irrigasyon kapalıyken ön kamaraya kan reflüsü (kırmızı ok) ve episkleral venlerde dolgunluğun (siyah oklar) izlenmesi (A), irrigasyonun açılmasını takiben aynı olguda daha önce dolu olduğu izlenen episkleral venlerde dışa sıvı akımı nedeniyle silinme (B) (siyah oklar) [Dr. Zeynep Aktaş].

SONUÇ

MIGS cerrahilerin hemen hepsinin önemli bir avantajı bleb- siz cerrahi olmaları ve dolayısıyla da bleb ile ilişkili komplikasyonların bertaraf edilmesidir. Dolayısıyla postoperatif takipler de hem hasta hem de doktor açısından daha kolay olmaktadır. Bir diğer avantajları da hemen hepsinin fako cerrahisi ile kolayca kombine edilebilmeleridir. Fako cerrahisi ile kombine edilmesi ek GIB ve ilaç sayısı düşüşüne olanak sağlamaktadır. Bu avantajlar hasta konforunu arttıran özellikleridir. Bununla birlikte, SK cerrahilerinin hepsinde genel olarak preoperatif değerlendirmede dikkat edilmesi gereken ana nokta; uygulanacak cerrahi ab-interno ya da eksterno olsun açının açık olup olmadığı, periferik anterior sineşi ve neovaskülarizasyonun varlığının araştırılmasıdır. Özellikle ab-interno tekniklerde korneanın da açı cerrahisine müsait saydımlıkta olması gerekmektedir. Bu nedenle glokom muayenesinin olmazsa olmaz parçası olan gonioskopik muayene, özellikle bu olgularda önem kazanmaktadır. Dezavantajı ise, SK cerrahilerinin öğrenme sürecinin konvansiyonel cerrahiye göre daha uzun olması ve ek ekipman gerektirmesi olabilir. Ancak elbette implantsız SK cerrahi teknikleri implantlı tekniklere göre daha az ekipman ve daha az maliyete sahiptir. Ek olarak; GATT ve ab-eksterno 360 derece sütün trabekülotomi ışksız kateter olmaksızın sadece sütün kullanılarak da yapılabilmekte ve dolayısı ile maliyeti kanalooplasti ya da trabekto- ma göre daha düşük olmaktadır.

360 derece sütür trabekülotomisinin trabektoma göre bir diğer avantajı ise trabektom cerrahisinde trabeküler ablasyon alanının daha sınırlı kalması ancak sütür trabekülotomide cerrahinin sirküferensiyel olmasıdır. GATT, görmeyi azaltan komplikasyon oranı düşük, konjonktiva açılmasını gerektirmeyen ve gonioskopi altında sadece sütür ile yapılabilen bir cerrahi olması açısından etkin bir teknik olarak daha umut vaat edici, yeni bir teknik gibi görünmektedir ancak; glokom cerrahisinde altın standart trabekülektominin yerini alabilmesi ve trabekülektomi kadar yaygın uygulamaya girebilmesi için daha uzun süreli bilimsel verilere ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. AGIS Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 9. Comparison of glaucoma outcomes in black and white patients within treatment groups. *Am J Ophthalmol* 2001;132:311-20.
2. Musch DC, Gillespie BW, Niziol LM, et al. CIGTS Study Group. Intraocular pressure control and long term visual fiels loss in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study. *Ophthalmology* 2011;118:1766-73.
3. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, et al. Three year follow up of the tube versus trabeculectomy study. *Am J Ophthalmol* 2009;148:670-84.
4. Saheb H, Ahmed IK. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012;23:96-104.
5. Sarıcaoglu S. M. Glokomda yeni cerrahi yaklaşımlar: Mikroinvaziv (Minimal invaziv) glokom cerrahisi. *Glokom-Katarakt* 2015;10:73-83.
6. Minckler DS, Baerveldt G, Alfaro MR, et al. Clinical results with the Trabectome for treatment of open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2005;112:962-7
7. Minckler D, Mosaed S, Dustin L, et al. Trabectome Study Group. Trabectome (trabeculectomy-internal approach): Additional experience and extended follow-up. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2008;106:149-59.
8. Maeda M, Watanabe M, Ichikawa K. Evaluation of trabectome in open angle glaucoma. *J Glaucoma* 2013;22:205-8.
9. Grover DS1, Godfrey DG2, Smith O2, Feuer WJ3, Montes de Oca I4, Fellman RL . Gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy, ab interno trabeculectomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology*. 2014;121:855-61.
10. Grover DS1, Smith O1, Fellman RL1, Godfrey DG1, Butler MR1, Montes de Oca I2, Feuer WJ3. *Br J Ophthalmol*. Gonioscopy assisted transluminal trabeculectomy: an ab interno circumferential trabeculectomy for the treatment of primary congenital glaucoma and juvenile open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2015;99:1092-6
11. Grover DS, Fellman R. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculectomy (GATT): Thermal Suture Modification With a Dye-stained Rounded Tip. *J Glaucoma*. 2016;25:501-4
12. Hepşen İF, Güler E, Kumova D, Tenlik A, Kulak AE, Hülyay Yazıcı E, Dişli G. Efficacy of Modified 360-degree Suture Trabeculectomy for Pseudoexfoliation Glaucoma. *J Glaucoma*. 2016;25:29-34.
13. Hepşen İF, Güler E, Yalçın NG, Kumova D, Aktaş ZP. Modified 360-degree Suture Trabeculectomy for Pseudoexfoliation Glaucoma: 12-Month Results. Modified 360-degree Suture Trabeculectomy for Pseudoexfoliation Glaucoma: 12-Month Results. *J Glaucoma*. 2016;25:408-12.
14. Aktas Z, Hepşen İM, Dilekmen NL, Onol M. Are the outcomes of circumferential trabeculectomy for adult open angle glaucoma comparable to those of trabeculectomy? *Clin Experiment Ophthalmol*. 2016 May 25.
15. Tamm ER, Carassa RG, Albert DM, et al. Viscocanalostomy in rhesus monkeys. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1826-38.
16. Lewis RA, von Wolff K, Tetz M, et al. Canaloplasty: circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal using a flexible microcatheter fort he treatment of open-angle glaucoma in adults: two-year interim clinical study results. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35:814-24
17. Bull H, von Wolff K, Körber N, et al. Three-year canaloplasty outcomes for the treatment of open-angle glaucoma: European study results. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011;249:1537-45.
18. Koerber NJ. Canaloplasty in one eye compared with viscocanalostomy in the contralateral eye in patients with bilateral open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2012;21:129-34.
19. Ayyala RS, Chaudhry AL, Okogbaa CB, et al. Comparison of surgical outcomes between canaloplasty and trabeculectomy at 12 months' follow-up. *Ophthalmology*. 2011;118:2427-33
20. Voykov B, Szurman P, Dimopoulos S, et al. Micro-invasive suture trabeculectomy after canaloplasty: preliminary results. *Clin Experiment Ophthalmol* 2014;43:409-14
21. Klink T, Panidou E, Kanzow-Terai B, Klink J, Schlunck G, Grehn FJ. Are there filtering blebs after canaloplasty? *J Glaucoma*. 2012;21:89-94
22. Kaplanowitz K, Loewen NA. Trabectome-mediated ab interno trabeculectomy for secondary glaucoma or as a secondary procedure. In *Advanced Glaucoma Surgery*, Aref AA, Varma R (Ed), Springer, 2015:15-29.
23. Jea SY, Francis BA, Vakili G, et al. Ab Interno trabeculectomy versus trabeculectmy for open-angle glaucoma. 2012;119:36-42.
24. Bussel II, Kaplowitz K, Schuman JS, Loewen NA; Trabectome Study Group Outcomes of ab interno trabeculectomy with the trabectome by degree of angle opening. *Br J Ophthalmol*. 2015;99:914-9.
25. Jea SY, Mosaed S, Vold SD, et al. Effect of a failed trabectome on subsequent trabeculectomy. *J Glaucoma*. 2012;21:71-5.
26. Vold SD, Dustin L; Trabectome Study Group. Impact of laser trabeculectomy on Trabectome® outcomes. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41:443-51.
27. Bussel II, Kaplowitz K, Schuman JS, Loewen NA; Trabectome Study Group. Outcomes of ab interno trabeculectomy with the trabectome after failed trabeculectomy. *Br J Ophthalmol*. 2015;99:258-62.
28. Beck AD, Lynch MG. 360 degrees trabeculectomy for primary congenital glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1995;113:1200-2.
29. Girkin CA, Marchase N, Cogen MS. Circumferential trabeculectomy with an illuminated microcatheter in congenital glaucomas. *J Glaucoma*. 2012;21:160-63.
30. Chin S, Nitta T, Shinmei Y, et al. 360-degree suture trabeculectomy technique in primary and secondary open-angle glaucoma: a pilot study. *J Glaucoma*. 2012;21:401-7.
31. Sato T, Hirata A, Mizoguchi T. Outcomes of 360 degrees suture trabeculectomy with deep sclerectomy combined with cataract surgery for primary open angle glaucoma and coexisting cataract. *Clin Ophthalmol*. 2014;8:1301-10.
32. Grieshaber MC. Ab externo Schlemm's canal surgery: viscocanalostomy and canaloplasty. *Dev Ophthalmol* 2012;50:109-124.
33. Fellman RL, Feuer WJ, Grover DS. Episcleral venous fluid wave correlates with trabectome outcomes. Intraoperative evaluation of the trabecular outflow pathway. *Ophthalmology* 2015;122:2385-91.
34. Grover DS, Fellman RL. Gonioscopy assited transluminal trabeculectomy (GATT) fort he treatment of adult and developmental glaucoma. In *Advanced Glaucoma Surgery*, Aref AA, Varma R (Ed), Springer, 2015 41-50.