

Trabekülotomi: Ab Externo ve Ab Interno Schlemm Kanal Cerrahisi

Trabeculotomy: Ab Externo and Ab Interno Schlemm Canal Surgery

İbrahim Feyzi HEPŞEN¹, Emre GÜLER², Hatice Tuğba ATALAY³, Zeynep PEHLİVANLI AKTAŞ⁴

ÖZ

Trabekülotomi ameliyatı, primer açık açılı glom patofizyolojisinde kritik önemi olan trabekulum ile Schlemm kanalı arasında yer alan juktakanaliküler doku direncini ortadan kaldıran bir Schlemm kanal cerrahisidir. Halen standart kabul edilen trabekülektominin özellikle hipotoni ve geç bleb komplikasyonlarından kaçınmak için alternatif glom cerrahileri geliştirilmiştir. Bu amaçla uygulanan birçok ameliyat yöntemleri içinde trabekülotominin yeri gittikçe artmaktadır. Trabekülotomi ameliyatının daha çok konjenital-pediyatrik glom olguları için bir cerrahi seçenek olduğu bilinmektedir. Özellikle erişkinde sütür materyali ya da mikrokaterler ile yapılan 360 derece trabekülotomi için başarılı sonuçların bildirilmesi, bu yöntemlerin erişkin glomunun tedavisinde de uygulama alanını arttırmıştır ve gittikçe daha popüler olması öngörülebilir. Klasik olarak ab externo yaklaşım ile uygulanan trabekülotomi, son yıllarda cerrahi teknik ve malzemelerdeki gelişmeler ile artık ab-interno yani saydam kornea yaklaşımıyla da yapılabilmektedir. Her iki yöntemle yapılan trabekülotomi ameliyatları fakoemülsifikasyon ile kombine edilebilmektedir. **Anahtar Kelimeler:** Ab externo, ab interno, erişkin glom, sütür trabekülotomi.

ABSTRACT

Trabeculotomy is a Schlemm canal surgery to reduce the juxtacanalicular resistance between the trabecular meshwork and Schlemm channel which plays a major role in the pathophysiology of primary open angle glaucoma. To overcome the complications of standard trabeculectomy such as hypotony and late onset bleb related problems, alternative glaucoma surgeries have been performed. Among these the trabeculotomy has increasingly become popular. The effectiveness of trabeculotomy is well known in pediatric and congenital glaucomas. In recent years, the reports for suture and microcatheter 360 degree circumferential trabeculotomy increased its application for the treatment of adult glaucoma. Classically the trabeculotomy is performed ab externo however; it can also be performed ab interno, by clear corneal incision. Both ab externo and interno approaches can be performed combined with phacoemulsification.

Key Words: Ab externo, ab interno, adult glaucoma, suture trabeculotomy.

- 1- M.D. Professor, Gazi University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY
HEPŞEN İ.F., ifh2001@yahoo.com
- 2- M.D., Ercis State Hospital, Eye Clinic, Ercis-Van/TURKEY
GÜLER E., guleremre83@hotmail.com
- 3- M.D., Gazi University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY
ATALAY H.T., htatalay@yahoo.com
- 4- M.D. Asistant Professor, Gazi University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY
PEHLİVANLI AKTAŞ Z., drzeynep2000@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 07.08.2014
Kabul Tarihi - Accepted: 03.09.2014
Glo-Kat 2014;9:291-298

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D., Emre GÜLER
Ercis State Hospital, Eye Clinic, Ercis-Van/TURKEY

Phone: +90 506 852 12 20
E-Mail: guleremre83@hotmail.com

GİRİŞ

Glokom geri dönüşümsüz körlüğün önde gelen nedenlerinden birisidir. Günümüzde glokom öncelikle farmakolojik olarak tedavi edilen bir hastalıktır. Ancak görünüşte medikal tedavi ile kontrol altında olan hastalarda bile progresyon olabilmektedir. Üstelik uzun yıllar uygulanan medikal tedaviden sonra yapılan cerrahilerde başarı şansının azaldığı da bilinmektedir.

Cerrahi yöntemlerle daha düşük göz içi basınç (GİB) düzeyleri sağlayıp glokomu daha iyi kontrol altına almak mümkündür. Ne yazık ki, "standart" glokom cerrahisi olan trabekülektominin iyi bilinen intraoperatif ve postoperatif birçok komplikasyonu vardır. Özellikle hipotoni ve geç bleb komplikasyonlarından kaçınmak için alternatif glokom cerrahileri geliştirilmiştir. Son yıllarda daha az invazif glokom cerrahisi yöntemleri (trabekülokanaliküler ve suprakoroidal mikrostent uygulamaları) uygulama alanına girmiş ve özellikle fakoemülsifikasyon ile kombine edilen yöntemler umut vaat etmektedir ve popüler olma yolundadır. Ab interno trabekülotomi ameliyatı da saydam korneal insizyondan gerçekleştirilen bu grup ameliyatların içinde yerini almıştır. Böylece daha kısa ameliyat süresi, daha az invazif olması ve minimal komplikasyon avantajlarıyla belki glokom tedavisinde bu tip cerrahi yöntemlerin daha erken aşamada uygulanması gündeme gelebilecektir.

ANATOMİ VE PATOFİZYOLOJİ

Schlemm kanalı ilk kez 1830 yılında Friedrich Schlemm tarafından humor aközü ön kamaradan kan dolaşımına drene eden ve açıda yer alan bir sinüs olarak keşfedilmiştir. Oftalmologların glokom tedavisine Schlemm kanalını dâhil etmeleri için 100 yıldan fazla zaman geçmiştir.

Ultrason biyomikroskopi (UBM) ve optikal koherens tomografi (OKT) ile Schlemm kanalının kantitatif görüntülenebilmesi mümkündür. Irshad ve ark.,¹ tarafından yapılan bir UBM çalışmasında ortalama çap 120 mikron (μ) olarak ölçülmüştür. Hipermetroplara miyoplarda göre kanal çapı daha geniş olarak ölçülmüştür (sırasıyla 180 μ ve 120 μ , $p<0.001$). Kanal ve açı arası mesafe ise hipermetroplarda miyoplardan daha kısa hesaplanmıştır (sırasıyla 280 μ ve 330 μ , $p<0.001$). Ayrıca geçirilmiş glokom cerrahisi olanlarda ortalama kanal çapı daha küçük bulunmuştur (sırasıyla 98 μ ve 125 μ , $p<0.001$).

Primer açık açılı glokomlu (PAAG) ve normal olgularda yapılan bir OKT çalışmasında ortalama Schlemm kanal çapları arasında anlamlı bir fark saptanmıştır (sırasıyla 40 μ ve 45 μ , $p>0.05$). Schlemm kanal alanlarında ise anlamlı farklılık bulunmuştur (sı-

rasıyla 11332 μm^2 ve 13991 μm^2 , $p<0.05$).² Bir diğer OKT çalışmasında Schlemm kanal çevresel, alan ve uzunluk çapları normal gözlerde PAAG olan gözlerden anlamlı olarak fazla bulunmuştur (Normal gözler için sırasıyla 580 μ , 8023 μm^2 ve 272 μ ; PAAG için sırasıyla 393 μ , 3941 μm^2 ve 190 μ , bütün değerler için $p<0.001$).³ Primer konjenital glokomda temel sorun trabekülo-disgenesis olmakla birlikte, Axenfeld-Rieger anomalisi, Peters anomalisi, Sturge-Weber sendromu, afaki, aniridi ve üveit gibi nedenlerle de ilişkili olabilmektedir.⁴

Erişkin PAAG olgularında aköz dışı akım direncinin en fazla jukstakanaliküler bölgede olduğu saptanmıştır.⁵⁻⁷ Bu durumun trabeküler ağ yapısında bulunan ekstraselüler matriks değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.⁸⁻¹⁰ Schlemm kanalı ve kolektör kanal-aköz ven sisteminin ise dışı akım direncinde majör bir rolü olmadığı düşünülmektedir (Poiseuille'slaw).¹¹⁻¹³

Deneysel çalışmalarda normal GİB olan gözlerde çevresel trabekülotominin dışı akım direncini sadece %50 oranında azalttığı gösterilmiştir (GİB'i 25 mmHg üzeri olan gözlerde bu oran %75'tir). Bu nedenle dışı akım direncinin sadece %50'lik bir kısmının trabeküler ağ ile ilişkili olduğu söylenebilir.¹⁴⁻¹⁶ Trabekülotomi ameliyatı ile GİB'in episkleral basınç düzeylerine kadar indiği gösterilmiştir.¹⁷

TRABEKÜLOTOMİ AMELİYATI

Trabekülotomi, bir Schlemm kanal cerrahisidir ve 1930'lardan itibaren uygulanmaktadır. Trabekülotomide amaç, Schlemm kanalı iç duvarını ve trabeküler ağı ön kamaraya doğru yırtarak aköz dışı akım direncini azaltmaktır. Teorik olarak 360 derece sütür trabekülotomi ile GİB episkleral venöz basınç seviyelerine gerilemektedir (8-10 mmHg).¹⁷ Trabekülotomide GİB düşüşü Schlemm kanalının 360 derece açılması ve jukstakanaliküler trabekülumun insizyonu ile sağlanmaktadır.

Konjenital glokom tedavisinde başarısı iyi bilinen trabekülotominin erişkinlerde de etkili GİB düşüşü sağladığını gösteren sınırlı sayıda çalışmalar bulunmaktadır.^{14,15} Çevresel sütür teknikleri¹⁸⁻²⁰ ve aydınlatmalı esnek mikrokaterler (iScience ve Dorc)^{21,22} ile 360 derece kanülasyon yapılabilmesi trabekülotomi cerrahisinde ilerleme sağlamıştır.

AB EXTERNO TRABEKÜLOTOMİ

Günümüzde trabekülotomide en sık kullanılan yaklaşım ab externodur. Ancak konjonktiva ve sklera flebine bağımlı olan bu yaklaşım sonradan uygulanabilecek trabekülektomi başarısını azaltabilmektedir.

Ayrıca Schlemm kanalını bulma zorluğu, ön kamaraya girme riski ve tüm kanal etrafını dolaşmada zorluk gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Teknik

Manual Trabekülotomi: Ab externo trabekülotomide kullanılan (Harms, McPerson) manuel trabekülotomlar kanalın yaklaşık 120 derecelik kısmına ulaşmaya imkân verir. İnvazif ve iyi belirlenmiş bir yöntemdir. Ancak trabeküler ağdaki direncin aşılması sırasında trabekülotomun yanlış rotasyonu Desce-met zarında rüptür veya siklodiyalize neden olabilmektedir.²³⁻²⁵

Çepeçevre (360 derece) Trabekülotomi: Alternatif olarak, sütür ya da mikrokater ile çepeçevre bir teknik kullanılabilir. 1960'larda Smith tarafından tarif edilen Schlemm kanalı kanülasyonu devam eden yıllarda farklı trabekülotomi teknikleri için kullanılmıştır. 1995 yılında Beck ve Lynch 6-0 prolene (Prolene®; EthiconInc, New Brunswick, NJ) sütür kullanılan modifiye 360 derece sütür trabekülotomi (ST) yöntemini bildirmiştir.¹⁸

Bu yöntemde yüzeysel skleral flep hazırlanarak radyal insizyonla ya da ikinci derin flep diseksiyonu ile Schlemm kanalına ulaşılır. Daha sonra prolene, naylon sütür ya da fiber optik kanaloplasti kateterleri kanal içine geçirilir. Şimdiye dek uygulanan konvansiyonel teknikte kese ağzını büzer tarzda sütür ya da mikrokater uçları aksi yönde çekilerek trabeküler ağ yarılıp parçalanır.

Chin ve ark.,²⁶ erişkinde uyguladıkları ab externo 360 derece ST'de modifikasyon yapmışlardır. Bu modifikasyonda 1) Schlemm kanalını daha kesin lokalize etmeye yarayan skleral flep kullanılır. 2) Schlemm kanülasyonunda kullanılan 5-0 naylon sütürler önce flep köşelerinde oluşturulan 30 Gauge iğne deliklerinden ön kamaraya sokulur, sonra skleral flebin karşı tarafında oluşturulan yan girişten bu sütürler

tekrar dışarı alınır (Resim 1). Flep sızdırmaz olarak kapatılır ve ön kamaradan viskoelastik madde (VEM) aspire edilir.

Bir diğer yöntemde sütüre 40 mm'den portegü ile işaret koyulmaktadır, bu sayede kanülasyon daha güvenli ve doğru olarak yapılabilir.

Cerrahi sırasında kullanılan korneal traksiyon sütürleri Schlemm kanalında distorsiyona ve kanülasyon sırasında direnç artışına neden olabilmektedir, bu nedenle kanülasyon sırasında sütürlerin gevşetilmesi önerilmektedir. Kanülasyonu engelleyen bir direnç geliştirse 5-0 naylon sütür çıkarılır ve skleral flebin diğer tarafından ters yönde ilerletilir. Cerrahi sırasında bir miktar Sodyum hyaluronat ön kamaranın korunması ve olası hifemanın önlenmesi için ön kamarada bırakılır.

SONUÇLAR

Pediyatrik Ab Externo Trabekülotomi Sonuçları: Çocukluk çağı glokomu tedavisinde cerrahi kritik bir öneme sahiptir. Cerrahi için ilk şans genellikle en iyi şanstır ve en iyi cerrahi yöntemi seçmek çok önemlidir. Primer konjenital glokomda tercih edilen cerrahi tedavi açısı cerrahisidir (gonyotomi ya da trabekülotomi; konvansiyonel ya da çepeçevre). Çoğunluğu doğumdan hemen sonra veya 1 yaş altında başvuran primer konjenital glokom olgularında 360 derece ST başarısı %87 ile %92 arasında bildirilmiştir.^{18-20,27-29}

Primer konjenital glokomda uygulanacak trabekülotomi tekniği kornea saydamlığına, cerrahin deneyimine ve tercihinin göre değişir. Yapılan çalışmalarda manuel trabekülotomi ve çepeçevre trabekülotomi sonuçları birbirine benzer bulunmuştur ve her ikisi de gonyotomiden üstündür. Mendicino ve ark.²⁰ 360 derece ST uygulananlarda görsel sonuçların gonyotomiden üstün olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, 1 yaş altı konjenital glokom olgularında 360 derece ST ile gonyotomiden daha iyi sonuçlar bildirilmiştir (ba-

Tablo 1: Glokom gruplarının özeti (Beck AD ve ark, Arch Ophthalmol 1995).

Grup	Göz sayısı	Cerrahi yaşı (ay)	Takip süresi (yıl)	Preop GİB	Final GİB	Başarı
n (%)						
Doğumda						
PKG	3	1.5 (0.5-2.0)	1.7 (0.8-5.0)	35.3±6.3	21.0±6.0	3 (%100)
1 yaşından sonra						
PKG	6	38 (24.8-79.3)	1 (0.4-4.5)	43.0±5.7	22.8±9.5	4 (%67)
Gonyotomi başarısız						
PKG	4	7 (6.0-12.5)	0.4 (0.2-5.4)	25.8±4.1	20.1±9.8	3 (%75)
Opere konjenital katarakt sonrası infantil glokom	4	5 (3.0-14.5)	1.6 (0.3-3.7)	33±7.2	21.8±5.3	3 (%75)
Anomali eşlik eden infantil glokom	16	6 (1.1-7.8)	1 (0.5-3.1)	33.8±5.0	22.9±6.7	7 (%44)

PKG; Primer Konjenital Glokom, GİB; Göz İçi Basınç, Preop; Preoperatif, Postop; Postoperatif.

Tablo 2: 360 derece sütün ve manuel trabekülotomi sonuçları (Chin ve ark, J Glaucoma 2012).

Ay	360 Derece ST			Manuel Trabekülotomi		
	Göz (n)	GİB (mm Hg)	İlaç (n)	Göz (n)	GİB (mm Hg)	İlaç (n)
1	43	13.1	0.3	35	15.5	0.9
3	43	12.9	0.2	35	17.3	1.0
6	43	13.2	0.3	35	16.7	1.3
12	43	13.1	0.5	35	15.2	1.4
18	40	12.9	0.5	30	14.9	1.5

ST; Sütün Trabekülotomi, GİB; Göz İçi Basıncı.

şarı oranı sırasıyla %87 ile %92 arası).^{18,20} 360 derece ST yönteminin konvansiyonel (180 derece) yöntemlere göre başarı oranı daha yüksek bulunmuştur.¹⁸

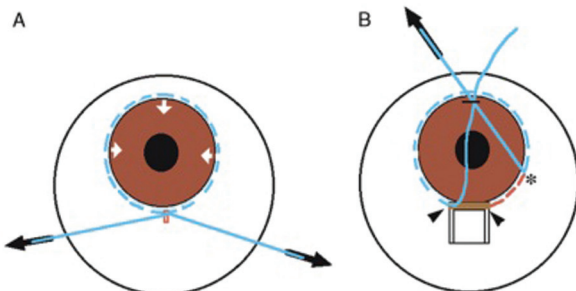
Konjenital katarakt cerrahisi sonrası gelişen glokom sıklıkla açık açıdır ve cerrahi tedavi gerektirmektedir.³⁰ Bu glokom tipinde hangi cerrahi yöntemin daha üstün olduğu netlik kazanmamıştır. Gonyotomi ve trabekülotomi karşılaştıran sınırlı sayıda yayın her iki yöntem için de oldukça düşük başarı oranları bildirmektedir (%13 ile %16 arası).^{30,31} Beck ve ark.,³² 4 olgunun 3'ünde 360 derece ST'nin başarılı ve güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Tedaviye dirençli bu glokom tipinde 360 derece ST etkinliğinin benzer çalışmalar ile desteklenmesi gerekmektedir. Benzer şekilde oküler-sistemik anomalilerin eşlik ettiği infantil başlangıçlı glokomda da doğum sonrası veya bir yaş öncesi konjenital glokoma göre gonyotomi ve trabekülotominin etkinliği yetersizdir.^{19,31,33}

360 Derece Trabekülotomi Sonuçları: Konjenital glokomda uygulanan cerrahi yöntemlerin, trabekülotomi de dâhil, uzun dönem cerrahi sonuçları bildiren yayın sayısı sınırlıdır.^{19,34-36} Dietlein ve ark.,³⁴ primer trabekülotomi uygulanan 17 gözde 6 ay, 2 yıl ve 5 yıl için sırasıyla %77, %59 ve %53 başarı oranları bildirmişlerdir. Akimoto ve ark.,³⁵ 116 gözde ilk trabekülotomi için 5 ve 10 yılda sırasıyla %63 ve %52, mükerrer trabekülotomiler için ise sırasıyla %93 ve %77 başarı oranları bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ikeda ve ark.,¹⁹ 112 gözde ilk trabekülotomi için 5 ve 10 yılda sırasıyla %94 ve %88 başarı oranları bildirmişlerdir.

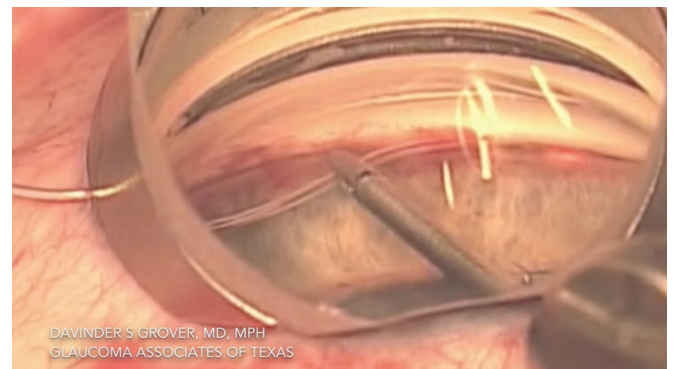
Daha Yeni Yöntemlerde Başarı Oranı: Saltzman ve ark.,³⁷ süperotemporal ve inferotemporal kadrandan eşzamanlı olarak 120 ile 180 derece Harms trabekülotomilerinin uygulandığı psödo 360 derece tekniğini tariflemişlerdir. Modifiye yöntemin pediatrik glokomda başarı oranını 5 ve 10 yıl için sırasıyla; %93 ve %67 olarak bildirmişlerdir. Başarılı olan vakaların %57'sinde ilaçsız GİB düşüklüğü sağlanmıştır. Modifiye yöntemin başarı oranları 6-0 prolen sütünle yapılan 360 derece trabekülotomi^{18,20} ve kombine trabekülotomi/trabekülotomi³⁸⁻⁴² ile benzerlik göstermektedir. Modifiye yöntemde 180 derece yöntemle göre daha geniş bir disgenetik trabekulum açılması cerrahi başarıyı arttırabilir.

Yalvac ve ark.,⁴³ doğum sonrası ilk 3 ayda trabekülotomi uygulanan konjenital glokomda 1, 2 ve 3 yıl için sırasıyla %92, %82 ve %74 başarı oranları bildirmişlerdir. Ikeda ve ark.,¹⁹ ise trabekülotomi sonrası sekonder glokomlarda primer gelişimsel glokomlulara göre daha düşük başarı oranları bildirmişlerdir (5 yılda sırasıyla %82 ve %94, 10 yılda %77 ve %88, 20 yılda %64 ve %81). Trabekülotominin en başarısız olduğu glokom tipi ise Sturge-Weber sendromu ilişkili glokomdur.¹⁹

Konjenital glokomda cerrahi başarıyı etkileyen bir diğer faktör etnisitedir. Elder ve ark.,⁴⁴ trabekülotomi uygulanan Filistinli çocuklarda 5 yıllık başarı oranını %35 olarak bildirmiştir. Debnath ve ark.,⁴⁵ Orta Doğu'da bir yıl sonunda %67'lik bir başarı oranı bildirmişlerdir. Al-Hazmi ev ark.⁴⁶ ise cerrahi başarının glokom şiddeti ile ilişkili olabileceğini öne



Resim 1: Konvansiyonel (A) ve modifiye (B) 360-derece sütün trabekülotomi.



Resim 2: GAAT yöntemi.

sürmüşlerdir (GİB, korneal çap ve korneal saydamlık ile ilişkili). Suudi Arabistan'da 418 gözde uyguladıkları trabekülotominin başarı oranı %41 iken, hafif glokomu olanlarda %93, orta şiddette glokomu olanlarda %65, şiddetli glokomu olanlarda ise %15 olarak saptanmıştır.

Beck ve ark.,³² geleneksel açı cerrahisinin başarısız olduğu konjenital glokom olgularında 360 derece ST etkinliğini bildirmiştir. Çalışmaya 5 grup hasta dâhil edilmiştir (49 göz).

1. Doğumda korneal bulutlanmanın eşlik ettiği primer konjenital glokom,
2. 1 yaşından sonra tanı konulan primer konjenital glokom,
3. Gonyotominin başarısız olduğu primer konjenital glokom,
4. Katarakt cerrahisi sonrası gelişen infantil başlangıçlı glokom,
5. Oküler veya sistemik anomaliler ile birliktelik gösteren infantil başlangıçlı glokom.

Cerrahi başarı GİB'in 22 mmHg altı olması, göz bulgularının sabit olması ve ek cerrahi gereksiniminin olmaması olarak tanımlanmıştır. Hastaların %86'sında (42 gözde) 6-0 prolen ile 360 derece insizyon başarıyla uygulanmış ve cerrahi başarı %77 olarak bulunmuştur (Tablo 1).

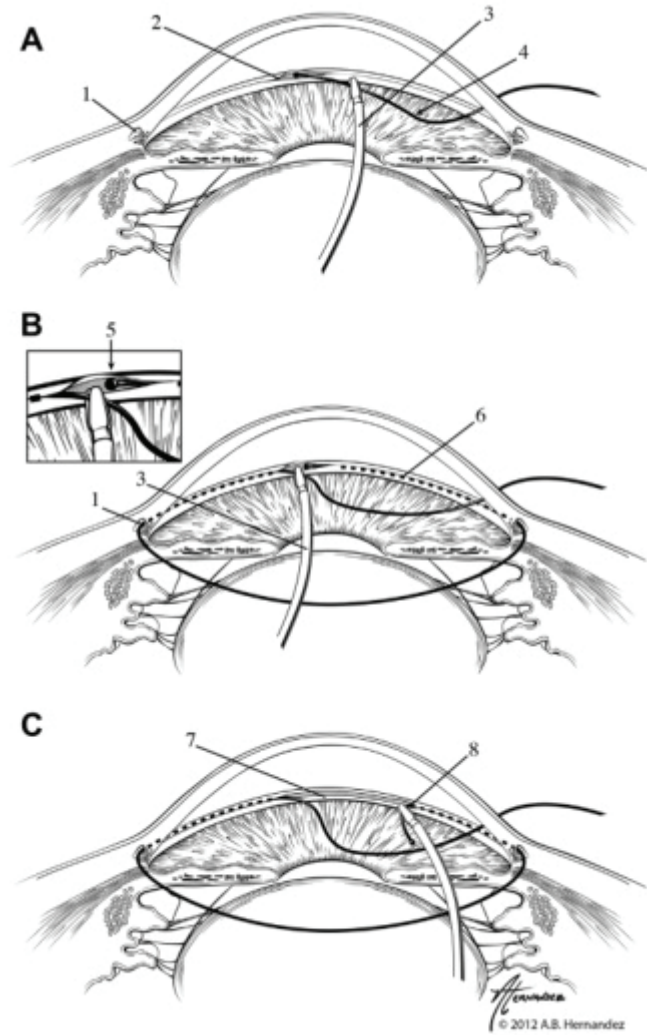
Akimoto ve ark.,³⁵ 2 aydan küçük konjenital glokomlu olgularda trabekülotomi başarı oranını %60, 2 yaştan büyük olgularda %76 ve 2 ay 2 yaş arası %96 olarak bildirmişlerdir. Russell-Eggitt ve ark.,²⁸ doğumda veya hemen sonrasında başvuran ve birden fazla gonyotomi uygulanması gereken olgularda gonyotomi başarı şansının düşük olabileceğini bildirmişlerdir.

Erişkinde Ab Externo Trabekülotomi Sonuçları

Erişkin PAAG olgularında trabekülotominin etkili bir GİB düşüşü sağladığı gösterilmiştir.⁴⁷⁻⁴⁹ Son 10 yılda çevresel trabekülotomi endikasyonları erişkinleri de içerecek şekilde arttı.^{23,26,50} Trabekülotomiye ilginin artmasının temel nedenleri filtrasyon cerrahisinde görülebilen bleb ilişkili komplikasyonların trabekülotomide olmaması ve GİB düşüşünün fizyolojik dışı akım yollarının kullanılması ile sağlanmasıdır.

Son yıllarda açı cerrahisinde kanaloplasti gibi uygulamaların geliştirilmesi ile ilerlemeler kaydedilmiştir.^{51,52} Bu gelişmeler en fazla açık açılı glokomda çevresel trabekülotominin primer yöntem olarak uygulandığı Japonya gibi ülkelerde görülmüştür.^{23,26,50}

Bununla birlikte, trabekülotomi tek başına uzun dö-



Resim 3: GAAT aşamaları. A) Schlemm kanalının ön kamarda ilk kanülasyonu. B) Sütür kanaldan 360 derece geçirilir. C) Sütür ya da kateterindistal ucu çekilerek çevresel trabekülotomi yapılmış olur.

nemde ideal GİB idamesini (15 mmHg altı) sağlayamamaktadır, ancak katarakt cerrahisi ile kombine edildiğinde daha etkin bir GİB düşüşü sağlanmaktadır.⁵³⁻⁵⁵ Chin ve ark.,²⁶ 2012'de yayınlanan çalışmalarına kadar erişkinde 360 derece ST hakkında elimizde veri bulunmamaktadır.

Manuel Trabekülotomi Sonuçları: McPherson veya Harms trabekülotomilerin erişkinlerde uzun dönem sonuçlarının yetersiz olduğu bilinmektedir. Chin ve ark.,²⁶ tarafından yapılan bir çalışmada primer ve sekonder açık açılı glokom için başarı oranları sırasıyla %31 ve %50 olarak saptanmıştır.

Chin ve ark.,²⁶ primer ve sekonder açık açılı glokom olan erişkinlerde 360 derece ST'nin metal trabekülotomiye göre daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Başarı oranı 360 derece ST için %84 metal trabekülotomi için ise %31 idi. 360 derece ST ve metal trabekülotomi uygulananlarda 12 aylık takip sonunda GİB ortalamaları sırasıyla 13 ve 15 mmHg; kullanılan ilaç

sayısı ise 0.5 ve 1.4 idi. 360 derece ST'de yüksek başarı oranı etkili ve geniş trabeküler ağ insizyonunun fazla sayıda kolektör kanalı devreye sokmasına bağlı olabilir.

Modifiye 360 Derece Sütür Trabekülotomi Sonuçları: Chin ve ark.,²⁶ açık açılı glokomu olan 43 gözde (25 göz primer ve 18 göz sekonder açık açılı glokom) bu modifiye 360 derece ST tekniğini uygulamış ve sonuçlarını 35 gözde (16 göz primer ve 19 göz sekonder) manuel trabekülotom ile yapılan ab externo trabekülotomi sonuçları ile retrospektif olarak karşılaştırmışlardır. GİB'in %30 azalmasını ve postoperatif 18 ay boyunca 18 mmHg'nın altında kalmasını başarı kriteri olarak almışlardır. Buna göre 12. ayda başarı oranı PAAG için modifiye 360 derece ST grubunda %84 ve metal trabekülotomi grubunda %31; sekonder açık açılı glokom için ise sırasıyla %89 ve %50 olmuştur. GİB ile ilgili sonuçlar tablo 2'de topluca gözlenmektedir.

Chin ve ark.,²⁶ tarafından tarif edilen modifiye 360 derece ST işleminde bildirilen komplikasyonlar hifema ve geçici GİB yükselmesidir. Hifema, yine bir Schlemm kanal cerrahisi olan kanalooplasti ameliyatında olduğu gibi hemen her hastada gözlenebilir. Çepeçevre kanülasyonunun başarısız olması hem pediatrik hem de erişkin 360° trabekülotomi cerrahilerinde ortak bir problemdir. Chin ve ark.,²⁶ bu işlemde çepeçevre Schlemm kanülasyonu için kendi başarı oranlarının öğrenme eğrisini tamamladıktan sonra %75'den %93'e çıktığını bildirmişlerdir.

AB İTERNO TRABEKÜLOTOMİ

Saydam korneal insizyonla ve gonyoprizma görüntüsü yardımıyla açıdan yaklaşımla yapılan trabekülotomi ameliyatıdır. Minimal invaziftir ve travma en aza indirilmiştir. Böyle bir glokom ameliyatı bleb bağımsızdır ve bleb ilgili problemlerden uzaktır. Konjonktiva korunmuş olur. Gerektiğinde daha sonra filtran cerrahi yapabilme şansı vardır. Aşına olunan saydam korneal teknikler kullanılabilir. Katarakt cerrahisi ile beraber kullanılabilir. Schlemm kanalını bulma ve tanıma sorununu ortadan kaldırır. Etkinliği gösterilmiştir.^{14,15}

Kanama diatezi, sistemik antikoagülan tedavisinin kesilmesinin mümkün olmadığı durumlar, kapalı açılı, açılı görüntüsünün yetersiz olması ve açılı yapısının bozuk olması ab interno trabekülotominin kontrendike olduğu durumlardır. Cerrahi öncesi hasta kooperasyonu, anestezi seçimi, açılı anatomisi ve görünümü mutlaka değerlendirilmelidir.

Teknik

Gonyotomi: On yıllarca eski bir yöntem olarak kullanılan gonyotomi aslında manuel ab interno trabekülotomi işlemidir. Trabeküler ağın manuel bir

trabekülotom (gonyotomi bıçağı) ile kesildiği bir işlemdir. Ulaşım alanı 60-120 derece ile sınırlıdır. Bu kesiyi değerlendirme zorluğu vardır.

Trabektom™ (NeoMedix): Kısaca, trabeküler ağın elektro koteri ya da ablasyonudur. Motorize güç ünitesi ve tek kullanımlık özel probu vardır. Gonyotomiye benzer şekilde 90-120 derecelik bir açılı kadranına yapılabilir. Katarakt cerrahisi ile kombine edilebilir. Burada söz konusu edilen diğer ab interno yöntemlere göre daha eski ve oldukça yerleşmiş bir yöntemdir.

Gonioskopi Yardımıyla Transluminal Trabekülotomi (Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy-GATT) Ameliyatı: Kısaca, cerrahi gonyoprizma görüntüsü altında saydam korneal girişten küçük bir açılı insizyonu oluşturup buradan sütür ya da ışıklı mikrokateri 360 derece geçirip yine ön kamarada (an interno) trabekülotomi işleminin tamamlanması ameliyatıdır.⁵⁶

Nazaldan yapılan 23 Gauge parasentez girişinden VEM verilir ve sütür ya da mikrokater ön kamaraya sokulur ve ucu nazal açılı bölgesinde tutulur. Gonyolens (Swan-Jacob) yardımıyla nazal açının görüntülenebilmesi için hastanın başına ve ameliyat mikroskopuna uygun pozisyon verilir. Temporalden yapılan ikinci girişten gonyotomi bıçağı sokularak nazal açıda 1-2 mm'lik gonyotomi kesisi yapılır. Bundan sonra temporal girişten mikrocerrahi forsepsi sokularak ön kamarada sütür ya da mikrokater ucu yakalanır ve gonyotomi kesisi içinden Schlemm kanalı içine sokulur. Aynı forseps ile kateter kanal içinde 360 derece ilerletilir. Mikrokater kullanılırsa fiber optik özelliği sayesinde ışıklı ucu sayesinde takibi kolay olur. Sütür ya da kateter çepeçevre dolanıp ucu gonyotomi kesisinde görüldüğünde forsepsle alınıp temporalden dışarı çıkarılır ve ilk 180 derecelik trabekülotomi yapılmış olur. Sonra sütür ya da mikrokaterin proksimal kısmı tutularak trabekülotomi 360 dereceye tamamlanır (Resim 2,3).

Bugün mevcut iki mikrokater bulunmaktadır; iTrack (iScience, USA) ve Gluocolight (Dorc). iTrack kanaloplastide kullanıma sunulan, gövdesi 200 µm ve distal ucu 250 µm çapında olan, aydınlatmalı, fiberoptik bir mikrokaterdir. Aydınlatmalı uç Schlemm kanal kanülasyonu sırasında transskleral olarak görülebilmektedir. Proksimalde Luerlock bağlantılı sistemi ile 70 µm çaplı lümeni içinden VEM veya boya uygulanabilmektedir. Gluocolight (Dorc) benzer şekilde 150 µm çapında olan aydınlatmalı, fiberoptik 360 derece Schlemm kanal kanülasyonu sağlayan bir mikrokaterdir. Kanalooplasti ameliyatında kullanma amaçlı üretildiğinden distal ucunda bir sütür çentiği barındırmaktadır. İTrack'ten farklı olarak lümen içermez. Üretici bilgisine göre 6-0 prolens sütür kalınlığı 70-99 µm, 5-0 prolens ise 100-149 µm arasındadır.

Manuel Trabekülotom (TRAB™360, SightScien-

ces): TRAB™360, manuel olarak trabeküler ağı 360 derece insizyonununa olanak sağlayan bir trabekülotomidir. Saydam korneal kesiden, güç kaynağından bağımsız olarak kullanılabilir. Genellikle 1 haftada gerileyen mikroskobik hemorajiler gelişebilmektedir. PAAG dışında, psödoeksfoliasyon glokomu ve pigmenter glokom gibi çeşitli glokomlarda da uygulanabilmektedir. Katarakt cerrahisi ile güvenilir bir şekilde kombine edilebilmektedir.

SONUÇLAR

Pediyatrik Ab İnterno Trabekülotomi Sonuçları: Henüz çocuklarda goniotomi dışında ab interno trabekülotomi sonucu yayınlanmamıştır.

Erişkinde Ab İnterno Trabekülotomi Sonuçları

Trabektom: Bu yöntemle ilgili çok sayıda postoperatif veri yayınlanmıştır. Ahuja ve ark.,⁵⁷ 246 açık açılı glokom hastasında 24 ay sonunda GİB'de %29, kullanılan ilaç sayısında ise %38 oranında azalma bildirmişlerdir. Başarı kriteri GİB'in 18 mmHg altı olması durumunda başarı oranı 24 ay sonunda düşük çıkmış (%22), ancak 21 mmHg altı kriter kabul edildiğinde oran %62 bulunmuştur. Bu nedenle bu cerrahi yöntemin hedef GİB'in 21 mmHg ve üzeri olduğu vakalarda tercih edilmesinin uygun olduğunu öne sürmüşlerdir.

Jordan ve ark.,⁵⁸ da benzer şekilde 261 açık açılı glokom hastasında ortalama 7 ay sonunda GİB'de %25, kullanılan ilaç sayısında ise %43 oranında azalma bildirmişlerdir. Psödoeksfoliasyon glokomu olan 173 hastada ise %25'lik GİB düşüşü ve %44 oranında ilaç sayısında azalma bildirmişlerdir. Maeda ve ark.,⁵⁹ da 80 gözde 6 ay sonunda yaklaşık %30 GİB düşüşü ve yaklaşık %45 ilaç sayısında azalma bildirmişlerdir.

GATT: Grover ve ark.,⁵⁶ PAAG grubunda (57 hasta) 6. ayda %30, 12. ayda %40 ortalama GİB düşüşü bildirmişlerdir. Postoperatif kullanılan ilaç sayısını 1 azalmıştır. İşlemin fakoemülsifikasyon ile beraber yapıldığı hastalarda anlamlı ilave GİB düşüşü saptanmamıştır. Sekonder glokom (açık açılı diğer glokomlar, kronik açı kapanması, üveitik, pigmenter, psödoeksfoliasyon, steroide bağlı, travmatik) grubunda (28 hasta) ise 6. ayda %53, 12. ayda %57 ortalama GİB düşüşü bildirmişlerdir. Postoperatif kullanılan ilaç sayısı 2 azalmıştır. Toplam 85 hastanın 8'inde (%9) ikinci bir cerrahi gerekli olduğu için işlem başarısız kabul edilmiştir. En sık gözlenen komplikasyon geçici hifema olmuştur ve %30 hastada 1. haftada sebat etmiştir. GATT sonuçları, önceden bildirilen ab externo trabekülotomi sonuçlarıyla denk sayılabilir ve minimal invazif çevre trabekülotomi işlemi olması avantajı vardır.

Manual Ab Interno Trabekulotomy (TRAB™360, SightSciences): TRAB™360 (SightSciences) el aparatıyla yapılan saydam korneal trabekülotomi

işlemi GATT ameliyatına benzemektedir, ancak henüz bu yöntemle rapor edilmiş sonuçlar literatüre girmemiştir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Irshad FA, Mayfield MS, Zurakowski D, et al. Variation in Schlemm's canal diameter and location by ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 2010;117:916-20.
2. Hong J, Xu J, Wei A, et al. Spectral-domain optical coherence tomographic assessment of Schlemm's canal in Chinese subjects with primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2013;120:709-15.
3. Wang F, Shi G, Li X, et al. Comparison of Schlemm's canal's biological parameters in primary open-angle glaucoma and normal human eyes with swept source optical. *J Biomed Opt* 2012;17:116008.
4. Papadopoulos M, Khaw PT. Advances in the management of paediatric glaucoma. *Eye* 2007;21:1319-25.
5. Lutjen-Drecoll E, Shimizu T, Rohrbach M, et al. Quantitative analysis of 'plaque material' in the inner- and outer wall of Schlemm's canal in normal- and glaucomatous eyes. *Exp Eye Res* 1986;42:443-55.
6. Ethier CR, Kamm RD, Palaszewski BA, et al. Calculations of flow resistance in the juxtacanalicular meshwork. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1986;27:1741-50.
7. Rauhut D, Rohen JW. Electron Microscopic study of the trabecular meshwork in alphaschymotrypsin glaucoma. *Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol* 1972;184:29-41.
8. Fleenor DL, Shepard AR, Hellberg PE, et al. TGFbeta2-induced changes in human trabecular meshwork: implications for intraocular pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:226-34.
9. Fuchshofer R, Welge-Lussen U, Lutjen-Drecoll E. The effect of TGF-beta2 on human trabecular meshwork extracellular proteolytic system. *Exp Eye Res* 2003;77:757-65.
10. Tamm ER, Fuchshofer R. What increases outflow resistance in primary open-angle glaucoma? *Surv Ophthalmol* 2007;52:101-4.
11. Lu'tjen-Drecoll E RJ, eds: *Morphology of Aqueous Outflow Pathways in Normal and Glaucomatous Eyes*. 2nd ed edn. St. Louis: Mosby 1996.
12. Bron AJ TR, Tripathi B, eds: *Wolff's Anatomy of the Eye and Orbit*. 8th ed edn. London: Chapman & Hall Medical 1997.
13. Tasman W JE, eds. *Duane's Ophthalmology*. Baltimore: Lippincott Williams&Wilkins 2005.
14. Grant WM: *Experimental aqueous perfusion in enucleated human eyes*. *Arch Ophthalmol*. 1963;69:783-801.
15. Rosenquist R, Epstein D, Melamed S, et al. Outflow resistance of enucleated human eyes at two different perfusion pressures and different extents of trabeculotomy. *Curr Eye Res* 1989;8:1233-40.
16. Schuman JS, Chang W, Wang N, et al. Excimer laser effects on outflow facility and outflow pathway morphology. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:1676-80.
17. Toris CB, Tafuya ME, Camras CB, et al. Effects of apraclonidine on aqueous humor dynamics in human eyes. *Ophthalmology* 1995;102:456-61.
18. Beck AD, Lynch MG. 360 degrees trabeculotomy for primary congenital glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1995;113:1200-2.
19. Ikeda H, Ishigooka H, Muto T, et al. Long-term outcome of trabeculotomy for the treatment of developmental glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1122-8.
20. Mendicino ME, Lynch MG, Drack A, et al. Long-term surgical and visual outcomes in primary congenital glaucoma: 360 degrees trabeculotomy versus goniotomy. *J AAPOS* 2000;4:205-10.

21. Girkin CA, Marchase N, Cogen MS. Circumferential trabeculotomy with an illuminated microcatheter in congenital glaucomas. *J Glaucoma* 2012;21:160-3.
22. Sarkisian SR, Jr. An illuminated microcatheter for 360-degree trabeculotomy [corrected] in congenital glaucoma: a retrospective case series. *J AAPOS*. 2010;14:412-6.
23. Tanihara H, Negi A, Akimoto M, et al. Surgical effects of trabeculotomy ab externo on adult eyes with primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation syndrome. *Arch Ophthalmol* 1993;111:1653-61.
24. Mizoguchi T, Nagata M, Bhatsumura M, et al. Surgical effects of combined trabeculotomy and sinusotomy compared to trabeculotomy alone. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78:191-5.
25. McPherson SD, Jr., Berry DP. Goniotomy vs external trabeculotomy for developmental glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1983;95:427-31.
26. Chin S, Nitta T, Shinmei Y, et al. Reduction of intraocular pressure using a modified 360-degree suture trabeculotomy technique in primary and secondary open-angle glaucoma: a pilot study. *J Glaucoma* 2012;21:401-7.
27. Barkan O: Surgery of congenital glaucoma; review of 196 eyes operated by goniotomy. *Am J Ophthalmol* 1953;36:1523-34.
28. Russell-Eggitt IM, Rice NS, Jay B, et al. Relapse following goniotomy for congenital glaucoma due to trabecular dysgenesis. *Eye* 1992;6:197-200.
29. Luntz MH. Congenital, infantile, and juvenile glaucoma. *Ophthalmology* 1979;86:793-802.
30. Chen TC, Walton DS, Bhatia LS. Aphakic glaucoma after congenital cataract surgery. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1819-25.
31. Taylor RH, Ainsworth JR, Evans AR, et al. The epidemiology of pediatric glaucoma: the Toronto experience. *J AAPOS* 1999;3:308-15.
32. Beck AD, Lynn MJ, Crandall J, et al. Surgical outcomes with 360-degree suture trabeculotomy in poor-prognosis primary congenital glaucoma and glaucoma associated with congenital anomalies or cataract surgery. *J AAPOS* 2011;15:54-8.
33. Wallace DK, Plager DA, Snyder SK, et al. Surgical results of secondary glaucomas in childhood. *Ophthalmology* 1998;105:101-11.
34. Dietlein TS, Jacobi PC, Krieglstein GK. Prognosis of primary ab externo surgery for primary congenital glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1999;83:317-22.
35. Akimoto M, Tanihara H, Negi A, et al. Surgical results of trabeculotomy ab externo for developmental glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1540-4.
36. Biglan AW, Hiles DA: The visual results following infantile glaucoma surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1979;16:377-81.
37. Saltzman RM, Reinecke S, Lin X, et al. Long-term outcomes of a pseudo 360-degree trabeculotomy ab externo technique for congenital glaucoma at children's medical center. *Clin Ophthalmol* 2012;6:689-98.
38. Mandal AK, Matalia JH, Nutheti R, et al. Combined trabeculotomy and trabeculectomy in advanced primary developmental glaucoma with corneal diameter of 14 mm or more. *Eye* 2006;20:135-43.
39. Zhang X, Du S, Fan Q, et al. Long-term surgical outcomes of primary congenital glaucoma in China. *Clinics* 2009;64:543-51.
40. Mandal AK, Gothwal VK, Bagga H, et al. Outcome of surgery on infants younger than 1 month with congenital glaucoma. *Ophthalmology* 2003;110:1909-15.
41. Mandal AK, Bhatia PG, Bhaskar A, et al. Long-term surgical and visual outcomes in Indian children with developmental glaucoma operated on within 6 months of birth. *Ophthalmology* 2004;111:283-90.
42. Mandal AK, Gothwal VK, Nutheti R. Surgical outcome of primary developmental glaucoma: a single surgeon's long-term experience from a tertiary eye care centre in India. *Eye* 2007;21:764-74.
43. Yalvac IS, Satana B, Suveren A, et al. Success of trabeculotomy in patients with congenital glaucoma operated on within 3 months of birth. *Eye* 2007;21:459-64.
44. Elder MJ. Congenital glaucoma in the West Bank and Gaza Strip. *Br J Ophthalmol* 1993;77:413-6.
45. Debnath SC, Teichmann KD, Salamah K. Trabeculectomy versus trabeculotomy in congenital glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1989;73:608-11.
46. Al-Hazmi A, Awad A, Zwaan J, et al. Correlation between surgical success rate and severity of congenital glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2005;89:449-53.
47. Chihara E, Nishida A, Kodo M, et al. Trabeculotomy ab externo: an alternative treatment in adult patients with primary open-angle glaucoma. *Ophthalmic Surg* 1993;24:735-9.
48. Wada Y, Nakatsu A, Kondo T. Long-term results of trabeculotomy ab externo. *Ophthalmic Surg* 1994;25:317-20.
49. Tanihara H, Negi A, Akimoto M, et al. Long-term surgical results of combined trabeculotomy ab externo and cataract extraction. *Ophthalmic Surg* 1995;26:316-24.
50. Iwao K, Inatani M, Tanihara H. Japanese Steroid-Induced Glaucoma Multicenter Study G. Success rates of trabeculotomy for steroid-induced glaucoma: a comparative, multicenter, retrospective cohort study. *Am J Ophthalmol* 2011;151:1047-56.
51. Godfrey DG, Fellman RL, Neelakantan A. Canal surgery in adult glaucomas. *Curr Opin Ophthalmol* 2009;20:116-21.
52. Craven ER, Katz LJ, Wells JM, et al. Cataract surgery with trabecular micro-bypass stent implantation in patients with mild-to-moderate open-angle glaucoma and cataract: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1339-45.
53. Gimbel HV, Meyer D. Small incision trabeculotomy combined with phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:92-6.
54. Hoffmann E, Schwenn O, Karallus M, et al. Long-term results of cataract surgery combined with trabeculotomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002;240:2-6.
55. Schwenn O, Grehn F. Cataract extraction combined with trabeculotomy. *Ger J Ophthalmol* 1995;4:16-20.
56. Grover DS, Godfrey DG, Smith O, et al. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology* 2014;121:855-61.
57. Ahuja Y, Ma Khin Pyi S, Malihi M, et al. Clinical results of ab interno trabeculotomy using the trabectome for open-angle glaucoma: the Mayo Clinic series in Rochester, Minnesota. *Am J Ophthalmol* 2013;156:927-35.
58. Jordan JF, Wecker T, van Oterendorp C, et al. Trabectome surgery for primary and secondary open angle glaucomas. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251:2753-60.
59. Maeda M, Watanabe M, Ichikawa K. Evaluation of trabectome in open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2013;22:205-8.