

Bölüm 6

MİNİMAL İNVAZİV GLOKOM CERRAHİSİ

Okşan ALPOĞAN¹

GİRİŞ

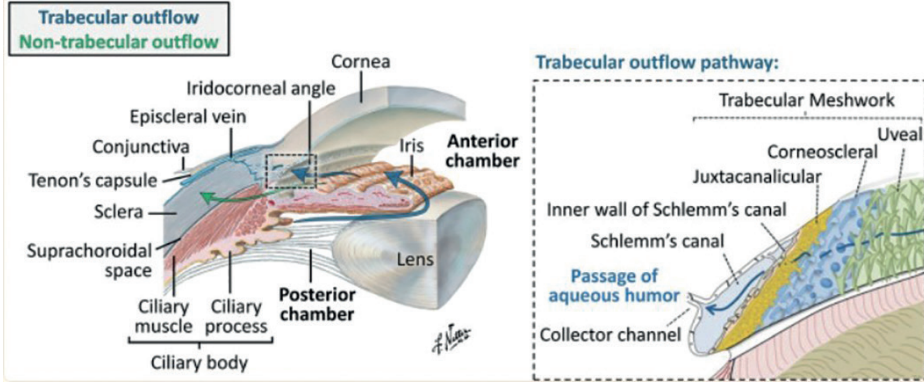
Glokom, optik sinir hasarı ve görme alanı değişiklikleri ile karakterize kronik ilerleyici bir optik nöropatidir. Dünyada körlüğün önde gelen nedenidir. Geri dönüşümsüz körlüğe neden olur (1).

Glokom için değiştirilebilir tek risk faktörü, göz içi basıncıdır (GİB). GİB, aköz hümörün üretimi ve drenajı arasındaki dengeye bağlı olarak oluşur. Gözün arka kamarasında siliyer cisim epiteli tarafından 2.5 µl/dakika sabit hızla üretilen aköz hümör, ön kamaraya geçer ve iridokorneal açıda trabeküler ve trabeküler olmayan yollardan drene olur. Trabeküler yol, ana çıkış yolu olarak kabul edilir ve trabeküler ağ (uveal, korneoskleral ve jukstakanaliküler ağ), Schlemm kanalı, toplayıcı kanallar ve episkleral damarlardan oluşur. Drenajın yaklaşık %85' ini oluşturur. Trabeküler olmayan yol, siliyer kas içinden geçen aköz hümörün suprakoroidal boşluğa (uveaskleral yol) akış yoludur. Uveaskleral akış yolu, siliyer cisim intersisyumu, suprakoroidal aralık ve sklera ve koroid damarlarını içerir (2) (Şekil 1).

GİB yüksekliği, sürekli basınç altında kalan retina gangliyon hücrelerinin ölümüyle sonuçlanır. Bu nedenle glokomda tedavinin ana basamağı GİB' i düşürmektir. GİB' i düşürmek için hafif ve orta dereceli glokomlu olgularda topikal glokomatöz ilaçlar ve lazer prosedürleri tedavide ilk seçenek olarak kullanılır. İleri glokomlu veya GİB, diğer tedaviler ile düşürülemeyen olgularda cerrahi tedavi olarak trabekülektomi veya geleneksel glokom drenaj cihazları (Ahmed glokom valv implantı, Molteno glokom drenaj cihazı, Baerveldt glokom implant) tercih edilir. Her iki cerrahi prosedür, aköz hümörün doğal çıkış yolunu atlayarak, aközün ön kamaradan tenon altına drene olmasını hedefler. Ancak bu cerrahiler pek çok komplikasyonlara açıktır, iyileşme süreleri uzundur ve uzun

¹ Uzm. Dr., Haydarpaşa Numune EAH, Göz Hastalıkları Kliniği, oksanalpogan68@gmail.com

sürekli takipleri gereklidir (3,4). Bu nedenle oftalmik araştırmacılar, GİB' in hızlı ve etkili bir şekilde düşürülmesi, minimum doku travması, daha hızlı iyileşme ve güvenli cerrahi tedavi yöntemlerini hedeflemişler ve araştırmışlardır.



Şekil 1. Aköz hümanın trabeküler ve trabeküler olmayan yollarla drenajını gösteren şematik resim (3).

2014 yılında Amerikan glokom topluluğu ve ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), mikrovaziv veya minimal invaziv glokom cerrahisi (MIGS) cihazını, ab interno veya ab eksterno yaklaşımla, skleral diseksiyon olmadan veya minimum skleral diseksiyonla GİB'i düşürmeyi amaçlayan bir cerrahi cihaz olarak tanımladı (5). Tanımlanan yeni cerrahi yöntemler ve drenaj cihazları glokom cerrahisinde son yıllarda giderek artan bir ilgi görmektedir. Çünkü MIGS, minimal doku travması, ameliyat sonrası hızlı iyileşme, katarakt cerrahisi ile kombine edilebilmesi ve artan hasta memnuniyeti ile glokom uzmanları için umut verici sonuçlar sunmaktadır.

MIGS' de uygulanan yöntemler aközün drenajının hedeflendiği bölgeye göre 4 ana başlıkta incelenebilir (Tablo 1).

Tablo 1. Aköz hümör drenajının hedeflendiği bölgeye göre MIGS prosedürleri

| Schlemm kanalını hedefleyen MIGS prosedürleri | Suprakoroidal alanı hedefleyen MIGS prosedürleri | Subkonjonktival alanı hedefleyen MIGS prosedürleri | Silier cisim ablyasyonunu içeren MIGS prosedürleri |
|---|--|--|--|
| iStent | CyPass Mikro-stent | XEN Jel implant | Endoskopik siklofotokogülasyon |
| iStent inject | iStent SUPRA | PRESERFLO Mikro-Şant | |
| iStent inject W | SOLX Gold Şant | | |
| Hydrus Mikro-stent | STARflo Glokom İmplantı | | |
| Kahook çift bıçaklı gonyotomi | MINIject | | |
| Ab interno trabekülektomi | | | |
| Gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi (GATT) | | | |
| Ekzimer lazer trabekülostomi (ELT) | | | |
| TRAB360 | | | |
| VISCO360 sistemi | | | |
| OMNI cerrahi sistemi | | | |
| Ab interno kanaloplasti | | | |

SCHLEMM KANALINI HEDEFLEYEN MIGS PROSEDÜRLERİ

Glokomdaki yüksek GİB, aközün hümör üretimindeki artıştan daha çok aköz hümörün drenaj yolundaki çıkış direncinin artışından kaynaklanır. Hümör aköz, ön kamara ile Schlemm kanalı arasındaki basınç farkı nedeniyle ön kamardan dışarı akarak Schlemm kanalını doldurur. Akışın olabilmesi için Schlemm kanalındaki basıncın ön kamardan daha düşük, ancak episkleral venlerden geri akışın önlenmesi için, episkleral venlerden daha yüksek olmasını gerektirir. Sağlıklı bir insan gözünde dışarı akış özelliği 10 mmHg basınçta 0,40 μ L x min/mm Hg'dır. Trabeküler ağ ve özellikle Schlemm kanalının iç duvarı hümör aközün çıkışında ana direnç bölgesidir. Kalan direnç dış duvar ve Sch-

lemm kanalını çevreleyen juktakanaliküler boşluktan kaynaklanır. (6,7). Bu nedenle bu gruptaki MIGS yaklaşımları trabeküler ağ atlayarak hümör aközü, Schlemm kanalına yönlendirmeyi amaçlar. Bu gruptaki MIGS yaklaşımları; iStent, iStent inject, iStent inject W, Hydrus mikro-stent, Kahook çift bıçaklı gonyotomi, ab interno trabekülektomi, gonyoskopi yardımlı translüminal trabekülotomi, TRAB360, ekzimer lazer trabekülostomi, VISCO360 sistemi, OMNI sistemi, ab interno kanaloplastidir. Tüm bu girişim ve implantlar gonyoskopi altında uygulanır ve ab interno yaklaşımla yerleştirilir (3, 7).

iStent

iStent (Glaukos Corporation, California, USA) heparin ile kaplı ve “L” şeklinde titanyumdan yapılmış, iç çapı 120 µm, dış çapı 180 µm olan bir cihazdır (Şekil 2. a). Önceden yüklenmiş bir yerleştirici sayesinde trabeküler ağ örgüsünden Schlemm kanalının içine yerleştirilir. Schlemm kanalı içinde kalan parçası kanalın iç duvarına yaslanır ve kavisli, dış bükey görünümlü yarım bir borudur. Bu kısma dik ve ön kamaraya bakan boruda ise bir şnorkel vardır. Bu yapı ön kamaradaki aközün trabeküler ağ örgüsünü ve Schlemm kanalının iç duvarını atlayarak dışarı akışını arttırır. Cerrahi aşama öncesi gonyoskopik muayene ile açı elemanlarının değerlendirilmesi önemlidir. Periferik anterior sineşiler implantasyonu zorlaştıracaktır. Cerrahi aşamada hastanın başı 30- 40 derece çevrilir ve mikroskop cerraha doğru yatırılır. Gonyoskopi altında açının görüntülenmesi sağlanır. Ön kamaraya verilen viskoelastik materyal sonrası cihazın ucu trabeküler ağdan geçirilerek mikro-stent Schlemm kanalının içine enjekte edilir. GİB düşüşü, %16.3 ile %31 arasında değişim gösterebilir. Tek stentin yeterli GİB düşüşü sağlayamadığı durumda aynı göze birden fazla iStent yerleştirilebilir. En sık karşılaşılan komplikasyon geçici hifemadır. Stentin kötü yerleşimi veya tıkanması durumunda çıkarılması, değiştirilmesi veya lazer ile tıkanıklığın açılması mümkündür. Kalıcı hipotoni, endoftalmi, koroidal efüzyon gibi ciddi komplikasyonlar henüz bildirilmemiştir (3,8,9).

iStent Inject

iStent inject (Glaukos Corporation, California, USA), aynı göze birden fazla yerleştirilen iStent' in GİB' i düşürmedeki additif etkisinin görülmesi üzerine geliştirilen ikinci nesil iStent türüdür (Şekil 2. b). Heparin kaplı titanyumdan yapılmıştır, iStent' den daha küçüktür. Koni şeklindeki uç trabeküler ağda gerilim oluşturur ve girintili alan sayesinde stabilizasyon sağlar. Ortadaki kanal

sıvı giriş ve çıkışına izin verir ve bu sıvı çıkışı ayrıca kanala 90 derece dik arka kısımdaki dört çıkış noktası ile desteklenmiştir. Cerrahi aşamalar iStent mikro-stent ile benzer aşamaları içerir. Schlemm kanalına tek bir enjektör ile iki cihaz verilebilir. Böylece cerrahi süresini ve yan etkiyi azaltır. Hafif ve orta dereceli glokom olgularında ilaç yükünü azaltmak için gösterdiği iyi güvenlik profili nedeniyle alternatif tedavi olarak önerilmektedir (7,8,10).

iStent Inject W

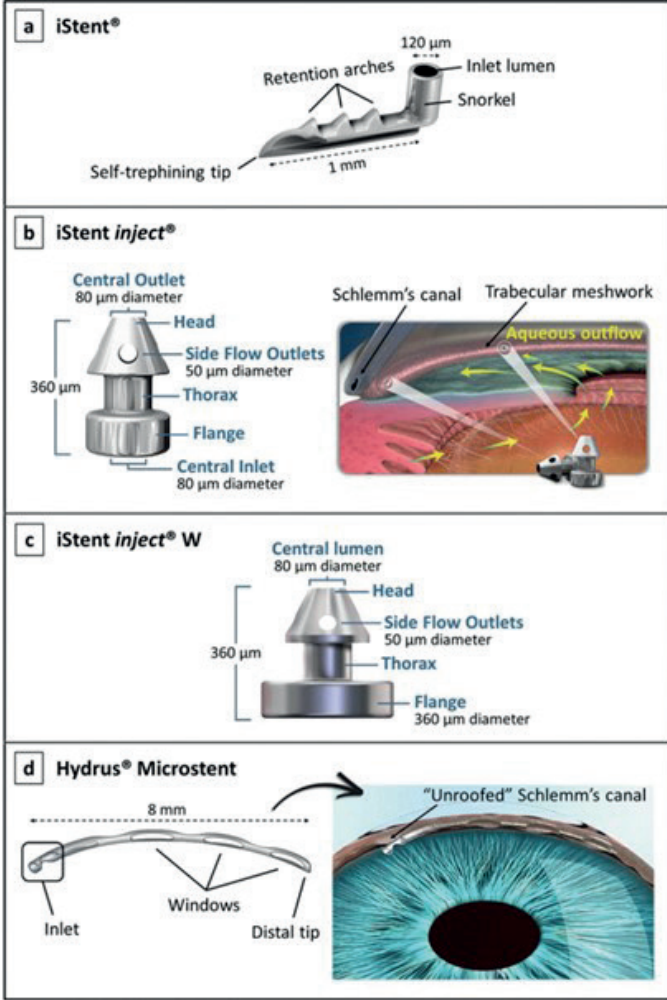
iStent inject W (Glaukos Corporation, California, USA), ikinci nesil iStent' in yeni bir versiyonu olarak geliştirildi (Şekil 2. c). Stentin görselleştirilmesi ve yerleşiminin optimize edilmesi için tabanına geniş bir halka eklendi. Halkanın çapı 230 mikrondan 360 mikrona çıkarıldı. Bu cihaz 2020 yılında FDA onayı aldı (3,11).

Hydrus Mikro-Stent

Hydrus mikro-stent (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA), esnek, biyouyumlu, nikel-titanyum alaşımı olan nitiolden oluşan bir implanttır (Şekil 2. d). Yay şeklindeki yapısı Schlemm kanalının eğimine uygun olarak tasarlanmıştır. Ön yüzeyinde üç açık pencere vardır. Lümensiz bir yapıya sahiptir. Stent iskelet görevi görerek Schlemm kanalını doğal boyutundan 4-5 katına kadar ve uzunluğunun dörtte biri boyunca genişletilebilir. Böylece Hydrus, açık açılı glokom patogenezinde yer alan iç duvar direncinin artması ve Schlemm kanalının kolapsını düzeltmeyi amaçlar. İmplant, 2 mm'lik korneal kesiden özel bir kanülle kanal iç duvarı kesilerek yerleştirilmektedir. Ancak yerleştirilmesi diğer cihazlara göre daha zordur. Genel olarak implantın güvenli olduğu bildirildi. En sık bildirilen komplikasyon geçici hifema ve GİB yükselmesidir (11-13).

Kahook Çift Bıçaklı Gonyotomi

Kahook çift bıçaklı gonyotomi (New World Medical Inc, Rancho Cucamongo, CA, USA), trabeküler ağ dokusundan bir şerit çıkararak trabeküler çıkışı kolaylaştırmayı hedefler. Göze kalıcı bir implant konulmadan doğrudan akışı artırır. Cerrahi sonrası en sık geçici hifema ve GİB artışı izlenir. Hifema, Schlemm kanalının çatısının kaldırılması nedeniyle oluşur ve prosedürün başarısının bir işareti olarak değerlendirilir. Cerrahi sonrası GİB artışı ve hifema konservatif olarak tedavi edilebilir (11,14).



Şekil 2. Schlemm kanalını hedefleyen MIGS cihazları (a) iStent; (b) iStent inject; (c) iStent inject W; (d) Hydrus Mikro-stent (3).

Ab interno Trabekülektomi

Trabektom (Neomedix, Tustin, CA) ile ab interno trabekülektomi ile elektrokoter kullanılarak trabeküler ağın oradan kaldırılması ve Schlemm kanalının çatısının 30-60° üzerinde açılması hedeflenir. İlk olarak 2004 yılında FDA tarafından onaylandı. Shaffer skalasına göre 20° üzeri veya açık açılı glokom olgularında önerilir. Açık disgenezisi, neovasküler glokom, üveitik glokom ve episkleral venöz basınç yüksekliği olguları için bu cerrahi kontrendikedir. Cerrahi, geniş tilt kapasiteli ve Xenon ışıklı mikroskop altında viskoelastik materyal olmadan

gerçekleştirilir. Limbusun 2 mm önünde ve iç kısımda genişleyen korneal insizyon elciğin rahat hareketinin yanı sıra iris prolapsusunu önler. Gonyoskopik görüntü altında trabektom ucu trabeküler ağa hedeflenir. Yaklaşık 180 derecelik yay şeklinde bir ablasyon yapılır. GİB' de ortalama %30-40 düşüş sağlar. En sık komplikasyon göz içi kanamadır. Schlemm kanalının çatısı alındığı için episkleral ven basıncı GİB' i aştığında hifema veya mikrohifema beklenen bir komplikasyondur. Ancak ablasyonun hemen sonrasında ön kamaraya viskoelastik materyal enjeksiyonu ve cerrahi sırasında yüksek irrigasyon altında çalışmak hifemayı önleyebilir. Periferik anterior sineşi, korneal, iris ve lens hasarı, geçici GİB yükselmesi, siklodiyaliz yarığı, geçici hipotoni, malign glokom ve koroid hemorojisi bildirilen diğer komplikasyonlardır. Hızlı bir cerrahi olup fakoemülsifikasyon ile kombine edilebilir (8,15,16).

Ekzimer Lazer Trabekülostomi

Ekzimer Lazer Trabekülostomi (ELT) (Glautek AG, Nurnberg, Germany), ilk kez 1997' de Vogel ve Lauritzen tarafından kullanıldı. ELT trabeküler ağı fotoablaze eder ve juktakanaliküler trabeküler ağ ve Schlemm kanalının iç duvarındaki akım direncini düşürerek etki gösterir. ELT termal olmayan kısa atımlı (80ns) 308 nm ksenon klorür ekzimer lazer kullanılır, dokuyu buharlaştırır ve doku nekrozu yapmadan organik yapıları denatüre eder. Filtrasyon blebi veya fistülü oluşturmaz. Cerrahi aşama parasentez sonrası viskoelastik materyalin ön kamaraya verilmesi ile devam eder. Daha sonra fiber-optik prob ön kamaradan trabeküler ağ ile temas edecek şekilde ilerletilir. Probun pozisyonu gonyolens veya bir endoskop ile kontrol edilir. Schlemm kanalı içine 4-10 kanal oluşturulur. Prob çıkarılır ve viscoelastik materyal ön kamaradan temizlenir. Oluşturulan iyatrojenik hipotoni sonrası Schlemm kanalındaki kan reflüsü kanalların sayısının görülmesini kolaylaştırır (8,17).

Gonyoskopi Yardımlı Translüminal Trabekülotomi

Gonyoskopi yardımcı translüminal trabekülotomi (GATT) tekniği ilk olarak 2014 yılında Grover tarafından tanımlandı. Bu teknik, bir mikrokater (Ellex Inc., Minneapolis, MN, USA) veya bir sütür kullanılarak dairesel olarak Schlemm kanalının çatısının kaldırılmasını içermektedir. En sık görülen komplikasyon hifemadır. Ancak aköz hüme önündeki direncin azalması nedeniyle hifema oluşur ve oluşan bu hifema cerrahinin başarısı olarak görülür. Konservatif olarak tedavi edilebilir. Nadir komplikasyonlar, korneal ödem, fibrinöz üveit, iridodiyaliz ve hipotoni olarak bildirildi (11,18,19).

TRAB360

TRAB360 cihazı (Sight Sciences Inc, Menlo Park, CA, USA), trabekülotomlu bir el aletinden, trabekülotomu ilerletmek ve geri çekmek için bir kontrol tekerleğinden ve bir kilitleme mekanizmasından oluşur. Kanül, ab interno olarak korneal insizyondan iridokorneal açığa ilerletilir. Trabeküler ağ delinerek Schlemm kanalının çevresinde 180 dereceye kadar ilerletilir, daha sonra kanalın dış duvarını yırtmak için geri çekilir. İşlem diğer yönde tekrarlanır ve 360 dereceyi kapsayan trabekülotomi uygulanır. Cerrahi sonrası yüksek oranda hifema izlenmektedir. Kornea ödemi, iris travması, ağrı, GİB artışı bildirilen diğer komplikasyonlardır (11,20,21).

VISCO360 Sistemi

VISCO360 sistemi (Sight Sciences Inc, Menlo Park, CA, USA), Schlemm kanalını 360°'ye kadar genişletmek için viskoelastik materyel sağlayan ve implante edilemeyen bir cihazdır. Cerrahi sonrası en sık hifema, geçici GİB yükselmesi, ön kamara inflamasyonu bildirildi (11,22).

OMNI Cerrahi Sistemi

OMNI cerrahi sistemi (Sight Sciences, Inc), Schlemm kanalına yerleştirilen bir mikrokater ve kanal ve kollektör kanallarını daha da genişletmek için önceden belirlenmiş bir hacimde viskoelastik sıvı enjekte edilmesini birleştirir. Cihaz 2017 yılında FDA onayı aldı. Çok merkezli GEMINI çalışması fakoemülsifikasyon ve OMNI sistemi kullanılarak 360 derece kanaloplasti ve 180 derece trabekülotomi uyguladı. Bu çalışmada gözlerin %84.2' sinin başlangıca göre %20'den daha fazla GİB düşüşü sağladığını ve 12 aylık takipte gözlerin %80'inin ilaçsız kaldığını bildirdi. GEMINI çalışması ile aynı cerrahi prosedürü uygulayan 48 gözün sonuçlarını retrospektif olarak değerlendiren ROMEO çalışması, gözlerin %79' unda GİB' de %20 azalma oldu, ancak bir yılın sonunda sadece %33' ü ilaçsızdı (11,23,24).

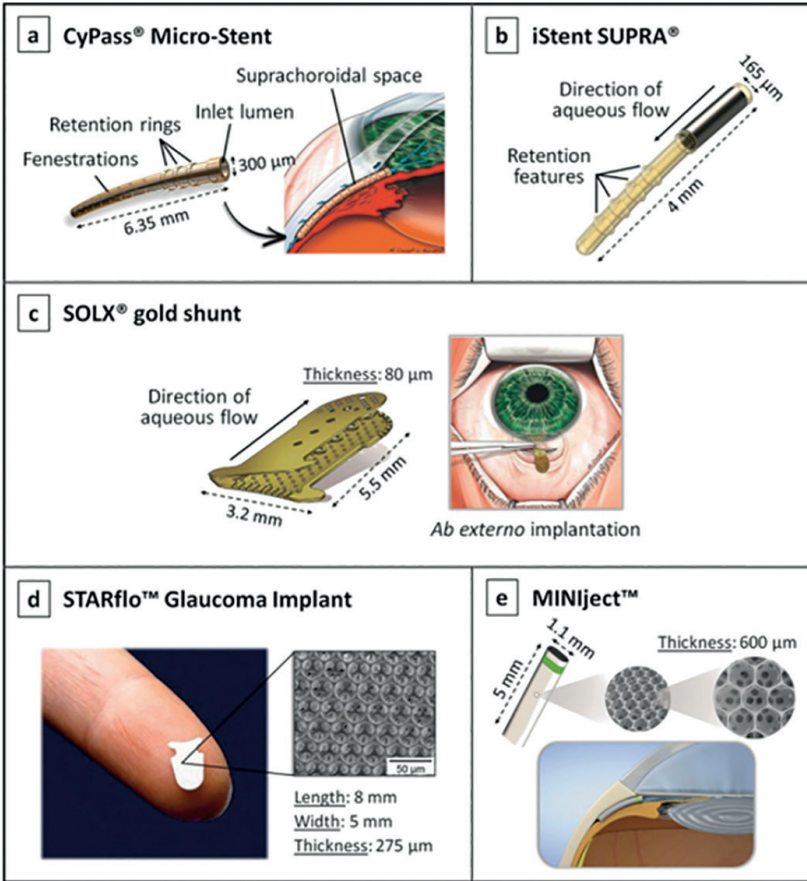
Ab interno Kanaloplasti

Ab interno kanaloplasti (ABiC) (Ellex Inc., Minneapolis, MN, USA), Schlemm kanalının uzunluğu boyunca sokulan bir mikro-kateter yardımıyla fitiklaşmış trabeküler dokuyu çekmek ve adezyonları açmayı amaçlar. Aydınlatılmış fiber optik uç travmayı minimuma indirmek üzere ampül biçimde tasarlanmıştır. Mikro-kateter çıkarıldığında salınan viskoelastik materyel kanalın dilatasyonunu sağlar. Hafif-orta ve ileri glökom olgularında başarılı sonuçlar bildirildi.

Cerrahi sonrası GİB yükselmesi ve hifema görülebilir. Descemet dekolmanı ve iris travması bildirilen diğer komplikasyonlardır (11,25,26).

SUPRAKOROİDAL ALANI HEDEFLEYEN MIGS PROSEDÜRLERİ

Suprakoroidal MIGS cihazları GİB' i azaltmak için uveaskleral drenaj yolundan yararlanır. Uveaskleral drenaj yolu, siliyer cisim intersisyumu, suprakoroidal boşluk ve sklera ve koroid vasküler sistemden oluşur. Aköz hümör suprakoroidal boşluğa skleral kanallar ve koriyokapillaris aracılığı ile ulaşır. Ön kamara ile suprakoroidal aralık arasındaki basınç farkı, uveaskleral dışa akımın itici gücüdür (15). Suprakoroidal aralığı kullanan MIGS cihazları, CyPass Mikro-stent, iStent SUPRA, SOLX gold şant, STARflo glokom implant ve MINject' dir.



Şekil 3. Suprakoroidal MIGS cihazları. (a) Cypass Mikro-stent; (b) iStent SUPRA; (c) SOLX gold şant; (d) Starflo Glokom implant; (e) MINject (3).

CyPass mikro-stent

CyPass mikro-stent (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA), suprakoroidal ilk mikro-stenttir (Şekil 3. a). Biyouyumlu poliimidden yapılan, 6.35 mm ve uzunluğu boyunca pencereci bir yapıya sahip bir cihazdır. Stent bir klavuz tel ve aplikatör sayesinde ab interno yaklaşımla suprakoroidal boşluğa yerleştirilir. Cerrahi aşamada, korneal 1.5 mm'lik parasentez ve ön kamaraya viskoelastik materyal verilmesinden sonra klavuz tel ön kamaraya alınır ve tel ucu skleral spur altında siliyer cisme künt bir diseksiyon uygular. Böylece suprasiliyer alanda bir geçiş oluşturulur ve mikro-stent implante edilir. Daha sonra klavuz tel geri çekilir. Kalıplanmış tutunma halkaları stentin sabitlenmesini sağlar. İmplantasyon gonyoskopi altında veya gonyoskopisiz gerçekleştirilebilir. İlk klinik çalışmalar GİB düşüşü ve ilaç kullanımında azalma konusunda başarılı sonuçlar bildirdi. Ancak sonraki çalışmalar yanlış yerleşime bağlı kornea endotel sayısında azalma bildirdi. Bunun nedenle 2018 yılında üretici firma stenti güvenlik amacıyla piyasadan geri çekti (3,7,8,27).

iStent SUPRA

iStent SUPRA (Glaukos Corporation, San Clemente, CA, USA), polietersulfon ve titanyumdan oluşan, heparin kaplı bir cihazdır (Şekil 3. b). 4 mm uzunluğundadır. Lümen çapı 165 µm, cihazın dış çapı 300-400 µm arasındadır. Hafifçe kavisli yapısı skleranın eğimi nedeniyle ve tutulumunu kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Cerrahi esnasında gonyoskopi kullanılmayabilir. Ancak iris veya korneal endotel hasarının önlenmesi için gonyoskopik görüntüleme önerilir. Korneal kesi ve ön kamaraya viskoelastik materyal verilmesi sonrası skleral spur üzerindeki uveal bölgede stent implante edilir. Stent kontrollü bir şekilde siklodiyaliz yarığı oluşturur. Cihaz henüz FDA tarafından onaylanmamıştır. İlk klinik çalışmalar, başarısız bir iStent Supra yerleştirmesi dışında intraoperatif komplikasyon bildirmedir. Klinik çalışmaların pek çoğu henüz tamamlanmadı (3,7,28).

SOLX Gold Şant

SOLX gold şant (SOLX, Inc., Massachusetts, USA), saf altından yapılmış dikdörtgen şekilli iki altın plakadan oluşur (Şekil 3. c). Plakalar birbirine kaynaklanmış ve on kapalı ve dokuz açık olmak üzere 19 mikrokanal içermektedir. Cihazın her iki ucundaki delikler sayesinde aköz hümmör, ön kamaradan suprakoroidal boşluğa akar. Titanyum-safir lazer gerekirse ameliyat sonrası kanal aç-

mak için kullanılabilir. Cerrahi aşamada konjonktivanın açılmasının ardından %90 kalınlıkta, 4 mm genişlik ve 3.5 mm uzunluğunda skleral flep oluşturulur, sonra suprakoroidal alana 3 mm genişliğinde tam kat insizyon yapılır. Oluşturulan siklodiyaliz aralığı ve ön kamaraya yapılan parasentez ile implant yerleştirilir. Geniştirilmiş distal uç fiksasyonun kalıcı olmasını sağlar. En sık görülen komplikasyon, hifema ve hipotonidir. Ancak, bu cihaz, önemli fibrotik doku oluşumu ve buna bağlı başarısızlık nedeniyle FDA onayı almadı. Ayrıca, implantasyondan sonra retina dekolmanı, endoftalmi ve suprakoroidal kanama gibi ciddi komplikasyonlar bildirildi (3,7,15,28).

STARflo Glokom İmplant

STARflo glokom implant (iStar Medical, Wavre, Belgium), bir silikon elastomerden türetilen ve “STAR” adı verilen bir malzemeden yapılmış bir MIGS cihazıdır (Şekil 3. d). Çok gözenekli geometrisi, çevre dokulardan malzemeye biyoentegrasyon sağlar ve böylece uzun vadede drenaj etkinliğini koruyabilir. Cihaz hiçbir bağlantı yeri ve eklemi olmayan tek bir levha halindedir. STARflo’yu oluşturan STAR materyalinin yapısı ve gözenek boyutları, trabeküler ağ ve Schlemm kanalını taklit etmektedir. Bu biyomateryalin antifibrinolitik ve anjiyogenik özellikleri sayesinde implant, aköz akımı için iyi bir drenaj sağlar. Cihaz, ab eksterno yaklaşımla suprasilier boşluğa konur. Cerrahi aşamada, oluşturulan 1/2 kalınlıktaki skleral flep altında ikinci bir skleral flep oluşturularak koroid dokusu ortaya çıkarılır. Trabeküler ağdan ön kamaraya ulaşmak için insizyon yapılır ve STARflo’ nun baş kısmı ön kamaraya yerleştirilir. İmplantın baş kısmı ön kamaradan dışarı çıkmayı önlemek için tasarlanmıştır. Künt bir diseksiyonla subskleral cep oluşturulur ve implant suprakoroidal alana yönlendirilir. İn vivo olarak cihaz ön kamara ve suprakoroidal boşluk arasındaki basınç farkı ile sıvının drenajına izin verir. Yeni bir implant olması nedeniyle klinik çalışma az sayıdadır. Yakın tarihli bir çalışma geleneksel glokom cerrahilerine göre bir alternatif olamayacağını bildirdi. Ayrıca operasyon sonrası hipotoni, koroidal kanama, tanımlanmamış makula değişiklikleri ve kornea dekompanasyonu gibi komplikasyonlar da bildirildi (7,15,28).

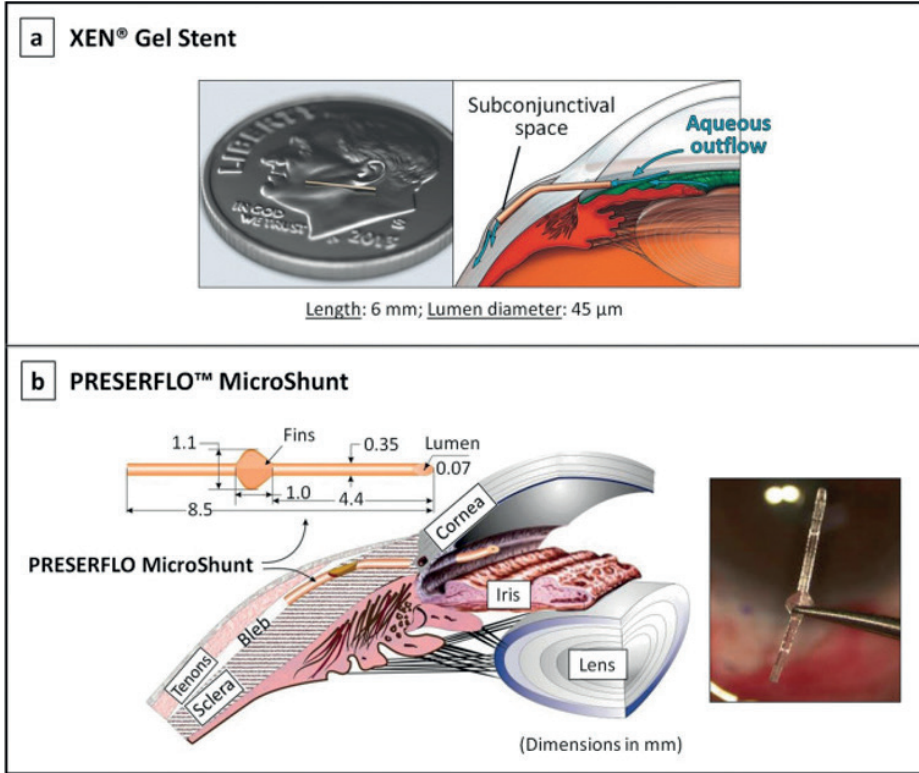
MINIject

MINIject (iSTAR Medical, Wavre, Belgium), STARflo cihazı ile aynı STAR materyalinden ve gözenekli yapıdan oluşan diğer bir suprakoroidal MIGS cihazıdır (Şekil 3. e). Yüzeyinde implantasyonu doğrulamak için yeşil bir halka vardır. İlk

insan çalışmaları hiçbir ciddi yan etki bildirmedi ve hafif ila orta derecede glomkumlu hastalarda GİB' i azaltma ve stabilizasyonu için etkili olduğunu bildirdi. Ancak uzun vadeli çalışmalar henüz yapılmadı (3,28,29).

SUBKONJONKTİVAL ALANI HEDEFLEYEN MIGS PROSEDÜRLERİ

Aköz hümrü subkonjonktival alana yönlendiren implantlardır. Subkonjonktival alandan aköz hümr, sklera ve konjonktival venöz alana diffüzyon ve lenfatik yollar ile drenaj yolları vardır. Subkonjonktival alandaki fistülizasyon subkonjonktival fibrozis riskini arttırmaktadır. Bu nedenle ameliyat sırasında veya sonrasında antifibronotik ajanlarla kullanılmaları önerilir (3,11). İki subkonjonktival MIGS cihazı vardır; XEN Jel Stent ve PRESERFLO mikro-şant.



Şekil 4. Subkonjonktival MIGS cihazları (3)

XEN Jel Stent

XEN Jel Stent (Allergan Inc, Irvine, CA, USA), çapraz bağlanmış glutaraldehit ve domuz jelatininden yapılmış hidrofilik bir tüptür (Şekil 4. a). İmplant ab interno veya ab eksterno olarak yerleştirilebilir. Farklı hedef GİB gereksinimine göre 45, 63 ve 140 mikrometrelik versiyonları mevcuttur. Ab interno cerrahi, üst nazal bölge işaretlemesi ile başlar. Ardından korneal ana ve yan girişler oluşturulur. Özel bir enjektör ön kamaradan geçilerek, açılı alanında skleral spurun herhangi bir alanından sklerayı penetre ederek ilerletilir ve enjektörün ucunun konjonktiva altından çıktığı izlenir. Bu aşamada enjektör içindeki stent yavaşça enjekte edilerek konjonktiva altına yerleşmesi sağlanır. 6 mm uzunluğundaki implantın yaklaşık 2 mm'lik kısmı konjonktiva altında, 3 mm'si sklerada ve 1mm'si ön kamarada olacak şekilde yerleştirilmesi önerilir. İşlem tamamlandıktan sonra boş kılıf göz içinden çıkarılır. İmplantasyon sırasında XEN jel implant, hidrate olarak şişer, doku ile uyumlu, yumuşak bir drenaj kanalı haline gelir. XEN jel stent, ön kamara ve subkonjonktival alan arasında yeni bir drenaj yolu oluştururken iridektomi ihtiyacını ortadan kaldırır. Daha az travma daha az inflamasyon ve fibrozis ile sonuçlanır. Ancak, ab eksterno yaklaşım, cerrahi travma nedeniyle konjonktivada skar ile sonuçlanabilir. Ab interno yaklaşım, fistülizan cerrahilerin fibrozis riskine sahiptir. Bu nedenle antifibrinolitik ajanlar kullanılması önerilir. Çalışmalar, iyi bir güvenlik profilinin yanı sıra cerrahi sonrası GİB' de ve glokom ilaç sayısının azalmaya neden olduğu bildirmektedir. Ancak yüksek konjonktival blep iğneleme oranı, antifibrinolitik kullanım ihtiyacı ve blebe ait diğer komplikasyonlar bildirilmiştir. Postoperatif hifema, hipotoni, koroid dekolmanı ve endoftalmi diğer bildirilen komplikasyonlardır (3,11,15,30).

PRESERFLO Mikro-Şant

PRESERFLO mikro-şant (Santen, Osaka, Japan), bioinert bir materyalden (poly (styrene-block-isobutylene-block-styrene) (SIBS) yapılmış ve yüksek doku uyumluluğu bulunan fleksibl bir tüptür (Şekil 4. b). Daha önce "InnFocus MicroShunt" olarak bilinmektedir. Ab externo olarak implante edilen şant, 350 µm dış çapa ve 70 µm lümenine sahip, 8,5 mm uzunluğundadır. Cerrahi aşama forniks tabanlı konjonktiva ve tenon açılmasından sonra antifibrotik uygulamasını içerir. Ardından limbustan 3 mm uzaklıkta işaretleme yapılarak 1 mm derinliğinde skleral cep oluşturulur ve bu cebin içine mikroşanttaki 1.1 mm'lik kanat açıklığı şeklindeki kısım oturur ve böylece cihazın ön kamaraya geçişi önlenir. Ön uç, 25 gauge iğne ile oluşturulan perforasyon ile irise paralel olarak

ön kamarada, distal uç ise limbusun 6 mm ilerisinde, tenon altındadır. Ön kamaradaki sıvı, şant içinden geçerek posteriorda blep oluşturur. Hafif ve şiddetli glokom olgularında GİB' i önemli derecede düşürdüğü ve uzun vadede etkili olduğu bildirildi. İmplantın yapıldığı SIBS materyali minimum inflamasyon ve skar oluşumuna neden olur. Blep iğneleme oranı %5-19.3 olarak bildirildi. Trabekülektomi ile PreserFlo' yu karşılaştıran prospektif bir çalışma ise PreserFlo' nun daha az postoperatif müdahaleye ihtiyaç duyduğunu bildirdi. Erken hipotoni, sığ ön kamarada, koroidal efüzyon, hifema gibi komplikasyonlar bildirilse de bu komplikasyonlar geçicidir (15,31,32). Bu mikro-şantın 3. Faz araştırmaları devam etmekte olup henüz FDA tarafından onay almamıştır.

SİLİER CİSİM ABLASYONUNU İÇEREN PROSEDÜRLER

GİB, aközün yapımı ile drenajı arasındaki dengeye bağlıdır. Bu nedenle siliyer cisim aköz sekresyonunu azaltmak için hedef bölgedir. Siklokriyoterapi, diya-termi, ultrasonik enerji ve termal lazer kullanılarak siliyer cismin ablasyonu ile siliyer cismin sekretuar etkisini azaltabilir. Önceki yıllarda siliyer cisime yapılan prosedürler son dönem glokomlarda ve son çare için kullanılmaktaydı. Ancak son yıllarda erken tedavi seçenekleri arasına girmeye başlamıştır. Bu grupta; transskleral siklofotokoagülasyon (Nd:YAG Transskleral Siklofotokoagülasyon, Diod Lazer Transskleral Siklofotokoagülasyon), endoskopik siklofotokoagülasyon, mikropulse transskleral diod lazer siklofotokoagülasyon ve ultrason aracılı siklo-modifikasyon prosedürleri sayılabilir. Bu tedavilerden endoskopik siklofotokoagülasyon MIGS prosedürleri içinde kabul edilmektedir (11,15).

Endoskopik Siklofotokoagülasyon

Endoskopik siklofotokoagülasyon (ECP), siliyer proseslerin endoskopik olarak görüntülenerek doğrudan fotokoagülasyonuna izin veren bir tekniktir. E2 Microprobe Lazer ve Endoskopi Sistemleri (Endo Optics, Little Silver, NJ, USA), 175-W xenon ışık kaynağı, helium-neon lazer hedef ışını ayrıca bir video kamera ve 810 nm'de darbeleri sürekli enerji dalgası yayan bir diod lazer içermektedir. Korneal veya pars plana yaklaşımla yapılabilir. Korneal girişimde ön kamarayı genişletmek ve probun siliyer proseslere ulaşması için viscoelastik materyel kullanılır. Başlangıç olarak 0.25-0.3 W olan güç 1.2 W'a kadar çıkarılabilir. Siliyer proseslerin beyazlaşması ve küçülmesi etkili tedaviyi gösterir. Tek bir kesi ile 270°'ye dek tedavi mümkündür. En sık fakoemülsifikasyon ile kombine edilecek kullanılmaktadır. Plato iris, refrakter glokom, filtran cerrahi ve drenaj imp-

lantları uygulanamayan olgularda da tercih edilebilir. Ayrıca kornea opasitesi olan olgularda endoskopik görüntü sayesinde başarılı sonuçlar alınabilir. En sık komplikasyon fibrinöz eksüda, hifema ve kistoid makula ödemidir (15,33,34).

SONUÇ

Geleneksel cerrahi yöntemlere göre daha az invaziv, daha hızlı iyileşme ve sunduğu iyi güvenlik profili ile MIGS, glokom tedavisindeki yerini artan bir oran ile almaktadır. Bu alanda çok çeşitli cihaz ve yöntem tanımlandı ve birçok çalışma henüz tamamlanmadı. Ayrıca uzun vadeli sonuçlar henüz bildirilmedi. Buna rağmen MIGS, glokom hastalarında ilaç tedavisinin yerini bile alabileceğine dair umut vaat etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kwon YH, Fingert JH, Kuehn MH, et al. Primary open-angle glaucoma. *N Engl J Med.* 2009;360(11): 1113-24. doi: 10.1056/NEJMra0804630.
2. Swaminathan SS, Oh DJ, Kang MH, et al. Aqueous outflow: segmental and distal flow. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(8): 1263-72. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.06.020.
3. Pereira ICF, van de Wijdeven R, Wyss HM, et al. Conventional glaucoma implants and the new MIGS devices: a comprehensive review of current options and future directions. *Eye (Lond).* 2021;35(12): 3202-3221. doi: 10.1038/s41433-021-01595-x.
4. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, et al. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(5): 789-803.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2011.10.026.
5. US Food and Drug Administration. *Premarket studies of implantable minimally invasive glaucoma surgical (MIGS) devices: draft guidance for industry and food and drug administration staff.* 2015. (04.02.2023 tarihinde <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/premarket-studies-implantable-minimally-invasive-glaucoma-surgical-migs-devices> adresinden ulaşılmıştır).
6. Johnson M. 'What controls aqueous humour outflow resistance?'. *Exp Eye Res.* 2006;82(4): 545-57. doi: 10.1016/j.exer.2005.10.011.
7. Lee RMH, Bouremel Y, Eames I, et al. Translating Minimally Invasive Glaucoma Surgery Devices. *Clin Transl Sci.* 2020;13(1): 14-25. doi: 10.1111/cts.12660.
8. Brandão LM, Grieshaber MC. Update on Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS) and New Implants. *J Ophthalmol.* 2013;2013: 705915. doi: 10.1155/2013/705915.
9. Chen DZ, Sng CCA. Safety and Efficacy of Microinvasive Glaucoma Surgery. *J Ophthalmol.* 2017;2017: 3182935. doi: 10.1155/2017/3182935.
10. Fea AM, Belda JI, Rekas M, et al. Prospective unmasked randomized evaluation of the iStent inject (®) versus two ocular hypotensive agents in patients with primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2014;8: 875-82. doi: 10.2147/OPHTH.S59932.

11. Rowson AC, Hogarty DT, Maher D, et al. Minimally Invasive Glaucoma Surgery: Safety of Individual Devices. *J Clin Med.* 2022;11(22): 6833. doi: 10.3390/jcm11226833.
12. Samet S, Ong JA, Ahmed IIK. Hydrus microstent implantation for surgical management of glaucoma: a review of design, efficacy and safety. *Eye Vis (Lond).* 2019;6: 32. doi: 10.1186/s40662-019-0157-y.
13. Gandolfi SA, Ungaro N, Ghirardini S, et al. Comparison of Surgical Outcomes between Canaloplasty and Schlemm's Canal Scaffold at 24 Months' Follow-Up. *J Ophthalmol.* 2016;2016: 3410469. doi: 10.1155/2016/3410469.
14. Lee D, King J, Thomsen S, et al. Comparison Of Surgical Outcomes Between Excisional Goniotomy Using The Kahook Dual Blade And iStent Trabecular Micro-Bypass Stent In Combination With Phacoemulsification. *Clin Ophthalmol.* 2019;13: 2097-2102. doi: 10.2147/OPTH.S224109.
15. Samples JR, Ahmed IIK, Ed. *Glokomda cerrahi yenilikler, Minimal İnvaziv Glokom Cerrahisi: Ab interno Trabekülektomi.* (Aktaş Z, Sarıcaoğlu MS), Çev. Ed. Ankara: HiperTıp; 2018.
16. Kaplowitz K, Schuman JS, Loewen NA. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery. *Br J Ophthalmol.* 2014;98(5): 579-85. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304256.
17. Kaplowitz K, Schuman JS, Loewen NA. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery. *Br J Ophthalmol.* 2014;98(5): 579-85. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304256.
18. Hamze H, Mohite AA, Pandey P, et al. Comparison of 1-year surgical outcomes of combined cataract surgery and gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) versus cataract surgery and iStent Inject. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(10): 3035-3044. doi: 10.1007/s00417-021-05133-z.
19. Baykara M, Poroy C, Erseven C. Surgical outcomes of combined gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy and cataract surgery. *Indian J Ophthalmol.* 2019;67(4): 505-508. doi: 10.4103/ijo.IJO_1007_18.
20. Sarkisian S.R., Mathews B., Ding K., et al. 360° ab-interno trabeculotomy in refractory primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2019;13: 161-168. doi: 10.2147/OPTH.S189260.
21. Tracer N, Dickerson JE Jr, Radcliffe NM. Circumferential Viscodilation Ab Interno Combined with Phacoemulsification for Treatment of Open-Angle Glaucoma: 12-Month Outcomes. *Clin Ophthalmol.* 2020;14: 1357-1364. doi: 10.2147/OPTH.S252965.
22. Ondrejka S, Körber N. 360° ab-interno Schlemm's canal viscodilation in primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2019;13: 1235-1246. doi: 10.2147/OPTH.S203917.
23. Gallardo MJ, Pyfer MF, Vold SD, et al. Canaloplasty and Trabeculotomy Combined with Phacoemulsification for Glaucoma: 12-Month Results of the GEMINI Study. *Clin Ophthalmol.* 2022;16: 1225-1234. doi: 10.2147/OPTH.S362932.
24. Vold SD, Williamson BK, Hirsch L, et al. Canaloplasty and Trabeculotomy with the OMNI System in Pseudophakic Patients with Open-Angle Glaucoma: The ROMEO Study. *Ophthalmol Glaucoma.* 2021;4(2): 173-181. doi: 10.1016/j.ogla.2020.10.001.

25. Gallardo MJ. 24-Month Efficacy of Viscodilation of Schlemm's Canal and the Distal Outflow System with iTrack Ab-Interno Canaloplasty for the Treatment of Primary Open-Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2021;15: 1591-1599. doi: 10.2147/OPTH.S272506.
26. Davids AM, Pahlitzsch M, Boeker A, et al. Ab interno canaloplasty (ABiC)-12-month results of a new minimally invasive glaucoma surgery (MIGS). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(9): 1947-1953. doi: 10.1007/s00417-019-04366-3.
27. Reiss G, Clifford B, Vold S, et al. Safety and Effectiveness of CyPass Supraciliary Micro-Stent in Primary Open-Angle Glaucoma: 5-Year Results from the COMPASS XT Study. *Am J Ophthalmol*. 2019;208: 219-225. doi: 10.1016/j.ajo.2019.07.015.
28. Gigon A, Shaarawy T. The Suprachoroidal Route in Glaucoma Surgery. *J Curr Glaucoma Pract*. 2016;10(1):13-20. doi: 10.5005/jp-journals-10008-1197.
29. Denis P, Hirneiß C, Reddy KP, et al. A First-in-Human Study of the Efficacy and Safety of MINIject in Patients with Medically Uncontrolled Open-Angle Glaucoma (STAR-I). *Ophthalmol Glaucoma*. 2019;2(5): 290-297. doi: 10.1016/j.ogla.2019.06.001.
30. Kalina AG, Kalina PH, Brown MM. XEN® Gel Stent in Medically Refractory Open-Angle Glaucoma: Results and Observations After One Year of Use in the United States. *Ophthalmol Ther*. 2019;8(3): 435-446. doi: 10.1007/s40123-019-0192-8.
31. Pinchuk L, Riss I, Batlle JF, et al. The use of poly(styrene-block-isobutylene-block-styrene) as a microshunt to treat glaucoma. *Regen Biomater*. 2016;3(2): 137-42. doi: 10.1093/rb/rbw005.
32. Sadruddin O, Pinchuk L, Angeles R, et al. Ab externo implantation of the MicroShunt, a poly (styrene-block-isobutylene-block-styrene) surgical device for the treatment of primary open-angle glaucoma: a review. *Eye Vis (Lond)*. 2019;6: 36. doi: 10.1186/s40662-019-0162-1.
33. Kaplowitz K, Kuei A, Klenofsky B, et al. The use of endoscopic cyclophotocoagulation for moderate to advanced glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 2015;93(5): 395-401. doi: 10.1111/aos.12529.
34. Chen J, Cohn RA, Lin SC, et al. Endoscopic photocoagulation of the ciliary body for treatment of refractory glaucomas. *Am J Ophthalmol*. 1997;124(6): 787-96. doi: 10.1016/s0002-9394(14)71696-4.

