

# Seton Cerrahisinde Yenilikler\*

## New Developments in Seton Surgery

Ümit AYKAN<sup>1</sup>

Güncel Konu

Quest Editorials

### ÖZ

Molteno tarafından 1970 yılında geliştirilmiş tüp-plak tipi implantlarda temel değişim, implantların boyut ve şekillerinde modifikasyonlar ile akımı kontrol altında tutacak valf sistemlerinin eklenmesi şeklindedir. Bu tip implantlarda, eksplant ile oluşturulmuş subkonjonktival rezervuar, aköz içeriğindeki proenflamatuvar ajanlar tarafından gelişen fibrotik süreçler sonucunda yaklaşık 5 yıl içerisinde önemli derecede etkinlik kaybına uğramaktadır. Bu nedenle, uzun tüp ve eksplant içermeyen, bleb oluşumuna ihtiyaç göstermeyen yeni implantlar denenmektedir. Bu implantlar ile Schlemm kanalı, intraskleral alan ve suprakoroidal boşluğun drenaj kapasitesinden yararlanılmaya çalışılmaktadır. Son çalışmalar tüp implantasyonunun filtran cerrahi kadar etkin olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Seton cerrahisi, glokom drenaj implantları.

### ABSTRACT

Modifications in size and shape and introduction of valve systems have taken place since 1970 when Molteno introduced the prototype of the tube-plate type implant. The subconjunctival reservoir induced by the explant usually loses its efficacy within 5 years due to the proinflammatory agents in the aqueous humor in this type of implantation. For this reason, new implants that do not contain long tubes and explants that do not require bleb formation are being evolved. The drainage capacity of the Schlemm canal, intrascleral area, and suprachoroidal space are investigated as these are potential target tissues for these developing implants. Recent studies have shown that tube implantation is as effective as filtration surgery.

**Key Words:** Seton surgery, glaucoma drainage implants.

*Glo-Kat 2011;6:81-85*

### SETON CERRAHİSİNDE YENİLİKLER

Seton cerrahisi, geleneksel olarak görme potansiyeli düşük, medikal ve cerrahi tedaviye yanıt vermeyen ileri glokom olguları için tercih ettiğimiz bir tedavi yöntemidir. Hastalık bu evrede refrakter glokom olarak adlandırılmakta ve aşağıda listelenen çeşitli hastalıklar refrakter glokom ile sonuçlanmaktadır.

1. Konjenital Glokom
2. Afaki ve Glokom
3. Keratoplasti sonrası Glokom
4. Neovasküler Glokom
5. Travmatik Glokom
6. İnflamatuvar Glokom
7. Açık Kapanması Glokomu

8. Glokom ve Aniridi
9. Glokom ve Sturge-Weber Sd.
10. Glokom ve ICE Sd.
11. Glokom ve Oküler Yüzey Hastalıkları
12. Vitreoretinal Cerrahi sonrası Glokom

Glokom tedavisinde seton cerrahisinin klinik uygulama alanı bu teknikteki gelişime paralel olarak giderek artmaktadır. ABD’de Medicare verileri ile Amerikan Glokom Topluluğu’nca (AGS) uygulanan anketler incelendiğinde, son yıllarda glokom cerrahları arasında trabekülektomiye olan ilgide azalma, buna karşın glokom drenaj implant cerrahisi ve siklodestruktif uygulamalarda belirgin artış göze çarpmaktadır.<sup>1,2</sup>

**Geliş Tarihi : 26/11/2010**

**Kabul Tarihi : 29/11/2010**

**Received : November 26, 2010**

**Accepted : November 29, 2010**

\* Bu çalışma TOD 44. Ulusal Oftalmoloji Kongresi’nde “Glokom Cerrahisinde Yenilikler” panelinde sunulmuştur.

1- GATA Haydarpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları A.D., İstanbul, Doç. Dr.

1- M.D. Associate Professor, GATA Haydarpaşa Education and Research Hospital, Department of Ophthalmology, İstanbul/TURKEY  
AYKAN Ü., umitaykan@yahoo.com

**Correspondence:** M.D. Associate Professor, Ümit AYKAN  
GATA Haydarpaşa Education and Research Hospital, Department of Ophthalmology, İstanbul/TURKEY

### GLOKOM DRENAJ İMPLANTLARI (GDİ)

Seton cerrahisi terimi, kapsamı gereken cerrahi teknikleri ifade etmekte yetersiz kalmaktadır. Bunun yerine günümüzde glokomda implant cerrahisi terimi daha çok tercih edilmektedir. Bu amaçla kullanılan implant materyalleri ise glokom drenaj implantları (GDİ) olarak adlandırılmaktadır.

Subkonjonktival bölgeye drenaj sağlayan implantların yaklaşık yüz yıllık geçmişi vardır. At kılı gibi organik materyal kullanımı ile başlayan bu süreç, 1970'li yıllarda Molteno tarafından geliştirilen tüp-plak sistemi ile olgunluk dönemine erişmiştir.<sup>3</sup> Günümüze kadar en çok kullanılan implant sistemi olma özelliğine sahip olan tüp- plak sisteminde glokom cerrahisinin aşil tendonu olarak nitelendirilen konjonktivada fibrozis ve bunu izleyen filtrasyon yetmezliği riski mevcuttur. Bu yüzden blep tabanlı filtrasyon cerrahisine alternatif arayışları sürdürülmektedir. Bu amaçla Schlemm kanalı, intraskleral bölge ile suprakoroidal boşlukların drenaj potansiyelinden yararlanılmaya çalışılmaktadır. Böylece episkleral ve subkonjonktival fibrozisten kaçınma ile doğal yollardan drenaj amaçlanmaktadır.

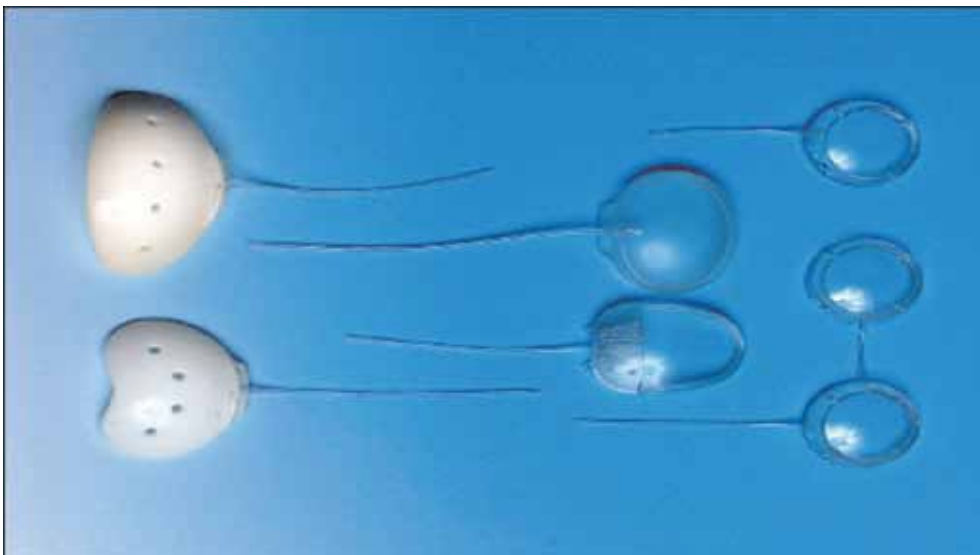
Bu amaçla gündemde olan yeni GDİ'lerinin etkinliği ve güvenilirliği halen araştırmaya açık bir konudur. Önemündeki 10 yıl içerisinde trabekülektominin yine en sık uygulanan glokom cerrahisi olma özelliğini sürdüreceği, ancak cerrahların giderek artan biçimde GDİ uygulamalarına yönelecekleri tahmin edilmektedir.

#### Subkonjonktival GDİ-Uzun Tüp, Geniş Plak

At kılı gibi organik materyaller ile başlayan ve inert maddelerle devam eden implantlar ile drenajı artırma çabaları, 1970 yılında Molteno'nun tüp-plak sistemini geliştirmesi ile olgunluk dönemine erişmiştir.<sup>3</sup> Bu grupta günümüzde Molteno, Krupin, Ahmed, Baerveldt ve Optimed implantları gibi seçenekler mevcuttur (Resim 1).

Lümen çapları birbirine çok yakın silikon bir tüp ve bu tübün bağlı olduğu bir eksplant yani plak sisteminden ibarettirler. Tüp, skleral bir fistülden geçirilerek ön kamaraya gönderilmekte ve aköz, göz ekvator bölgesine yerleştirilmiş plağa iletmektedir. Plak üzerindeki fibröz enkapsülasyon aközün gölleneceği bir havuz oluşturmaktadır. Drenaj implantlarında akıma karşı en belirgin direnç plak çevresi fibröz kapsül boyunca oluşur. Bu nedenle GDİ cerrahisini takiben sonuç göz içi basınç (GİB) miktarını belirleyen iki unsur bu kapsülün kalınlığı ile yüzey alanı olmaktadır. İnce ve geniş yüzey alanına sahip kapsül varlığında düşük basınç karşımıza çıkacaktır. İlk 1-2 yılda başarı oranları %60-90 (yaklaşık %75) olup, takip eden her yıl %10 düzeyinde azalma görülmektedir.<sup>4-7</sup> Antimetabolit kullanımının yararı tam olarak belirlenmemiştir ancak komplikasyon riskini arttıracığı tahmin edilmektedir.<sup>8</sup>

Bu klasik, subkonjonktival implantlarda son yıllarda gelişme plak bölgesinde gerçekleştirilmektedir. Boyut, şekil ve materyal üzerindeki çalışmalar ile dokuya uyumlu, sürdürülebilir bir filtrasyon fonksiyonu hedeflenmekte ve valf sistemleri geliştirilerek aköz akımını kontrol altında tutma ve komplikasyonları ortadan kaldırma amaçlanmaktadır. Son çalışmalar, implantların plak boyutunun geniş olması durumunda başlangıçta daha belirgin GİB düşüşü sağlandığını göstermiştir.<sup>9</sup> Bu etki, geniş plak çevresinde filtrasyon için daha büyük bir rezervuar bölgesinin uyarılmasının doğal bir sonucudur. Ancak boyut artışının daha büyük bir etkinlik oluşturmasının bir sınırı vardır. İzlem süreci arttığında boyut ve basınç düşürücü etki arası ilişki ortadan kalkmaktadır. Enkapsülasyon ve hipotoni arasında denge açısından optimal boyut 250 ila 350 mm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Molteno ve Baerveldt'e ilişkin 2 randomize kontrollü çalışma sonuçları da 250-300 mm<sup>2</sup> yüzey alanlarının optimal olduğunu doğrulamaktadır.<sup>10,11</sup>



Resim 1: Uzun tüp-geniş plak sistemiyle çalışan subkonjonktival drenaj implantlarına örnekler.



Resim 2: Ex-PRESS mini glokom şantı.



Resim 3: İntrakanaliküler mikrotüp implant (Eye-pass).



Resim 4: Trabeküler mikro by-pass stent (I-stent).

İmplantasyondan dakikalar sonra implant yüzeyinde oluşan protein film tabakanın neden olduğu kronik enflamasyon ve implantlarda mikro- hareketlilik nedeniyle güncel implantlarda doku uyumluluğu henüz arzu edilen düzeyde gerçekleşmemektedir.

Fenestre (poröz) GDİ'ları implant içerisine fibrovasküler doku yayılımına olanak tanımları nedeniyle hem filtrasyonun artmasını hem de mikro-hareketliliğin azalmasını sağlayabilecek tasarımlardır. Silikon yerine sentetik polimerler (poli-stryrene-b-isobutylene-b-styrene) protein film tabaka oluşumunu ve adhezyonunu en düşük düzeyde tutup, tüp çevresi skarlaşmayı azaltıcı etkiye sahiptir.<sup>12</sup>

Valf içermeyen (klasik Molteno ve Baerveldt) implant kullanımı sonrasında ameliyat sonrası ani hipotoni oluşumunu önlemek ve optimal filtrasyon alanı oluşumuna vakit kazanmak için; 2 aşamalı cerrahi (önce plak-sonra ön kamaraya giriş) ya da tek aşamalı cerrahiye eklenmiş absorbabl sütün tüp ligasyonu, supramid stent ile oklüzyon gibi teknikler güncelliğini korumaktadır.<sup>13-15</sup>

Ahmed, Krupin ve Optimed valf içeren sistemlerdir. Valf içermeyen Molteno ve Baerveldt ürünlerinde gerçekleştirilen değişiklikler ile kontrollü dışa-akım sağlanmaya çalışılmaktadır. Molteno'da çift yükselti aparatı, Baerveldt'te Bioseal aparatı ile appozisyon bu çabalara örnek gösterilebilir.<sup>16,17</sup>

Tüp cerrahisi ile trabekülektomiye karşılaştıran randomize kontrollü bir çalışma olan TVT (Tube versus trabeculectomy) çalışmasının 3 yıllık sonuçları açıklanmıştır.<sup>18</sup> Buna göre başarısız filtran cerrahi ya da psödo-fakik gözlerde Baerveldt 350 mm<sup>2</sup> glokom implantı, mitomisin C (MMC)+trabekülektomiye göre GİB kontrolü ve komplikasyon gelişimi açısından daha üstün bulunmuştur. Buna karşın Ahmed glokom valvi (AGV) ile trabekülektomiye karşılaştıran bir diğer çalışmada ise MMC'li trabekülektominin, AGV implantına kıyasla daha yüksek 5 yıllık kümülatif başarı oranına sahip olduğu gösterilmiştir.<sup>19</sup>

Farmakolojik yöntemler ile subkonjonktival fibrozis yeterince kontrol edilemediği için klasik GDİ içeriğindeki geniş plaklar ile bir drenaj havuzu oluşturma gereksinimi devam etmektedir.

Ancak geniş bir yüzey alanına sahip, doku uyumu da yeterince iyi olmayan plaklar enflamasyon ve fibrozisi tetikleyerek bu klasik implantların ortalama 5 yıl sonra fonksiyonlarını yitirmelerine neden olmaktadır.

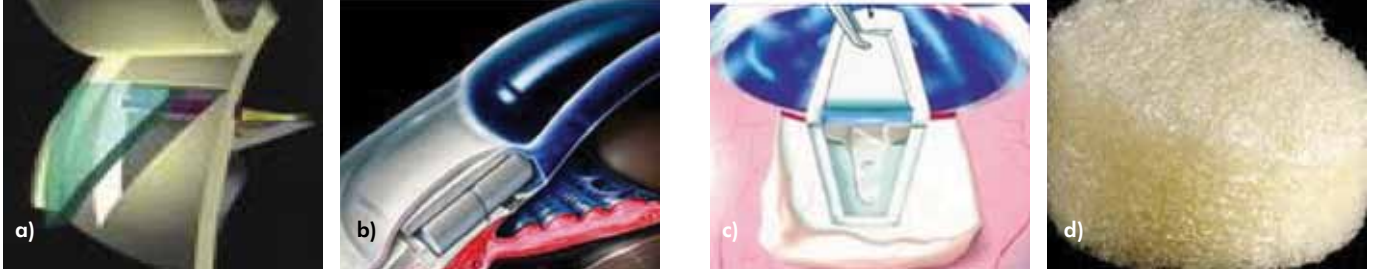
Bu nedenle plak içermeyen, transskleral, anterior GDİ'ları yeniden gündeme gelmiştir. Ex-PRESS mini glokom şantı buna örnektir.<sup>20,21</sup> Ancak bu implantların başarısının da sonuçta, hem implantın tasarım ve biyomateriyalinin geliştirilmesine, hem de yara iyileşmesinin farmakolojik modülasyonunun etkinleşmesine bağlı olacağı unutulmamalıdır. Ex-PRESS mini glokom şantı, 2002'de FDA onayı almıştır. Paslanmaz çelikten üretilmiş, uzunlukları ve lümen boyutları farklı, R, X ve P olarak adlandırılan 3 ayrı çeşidi mevcuttur (Resim 2). R tipte lümen çapı 50 µm iken, X ve P tiplerinde hem 50 hem de 200 µm'dir. Primer cerrahide ya da başarısız trabekülektomi sonrası ikinci cerrahide, genç ve aktif enflamasyonlu gözlerde tercih edilmekte, konjonktiva ya da skleral flep altına implante edilebilmektedirler. Skleral flep altına implante edilen Ex-PRESS implant, trabekülektomi ile kıyaslandığında benzer etkinlik, düşük hipotoni oranına sahip bulunmuştur.<sup>22</sup>

### İntrakanaliküler (Schlemm Kanal) GDİ

Dışa-akıma karşı direncin patolojik olarak arttığı bölge trabeküler ağın juktakanaliküler kısmıdır. Juktakanaliküler ağın distalindeki dışa-akım bölgesi olan Schlemm kanalı ve kollektör kanalların glokomlu olgularda sağlıklı ve işlevsel oldukları bilinmektedir. Buraya kadar anlatılan yöntemler aközün ön kamaradan subkonjonktival aralığa iletmekte, böylece gözün hastalıklı dışa-akım sisteminin yanı sıra, hala sağlıklı olan fizyolojik dışa-akım sistemi de devre dışı bırakılmaktadır. Günümüzde distal dışa-akım sistemini implantlar aracılığıyla kullanan yeni cerrahi yöntemler geliştirilmiştir.

İntrakanaliküler implantlar aközün ön kamaradan direkt Schlemm kanalı içerisine yönlendirilmesinde kullanılmaktadır. Kardiyolojide koroner arterlere stent koyma ya da by-pass cerrahisi ile analogi kurularak göze uyarlanmış tedavi biçimleridir. Filtran blep oluşturmaksızın GİB düşürülmeye çalışıldığı için başarılı olmaları için konjonktivanın uyumuna gereksinim kalmamaktadır. İntrakanaliküler olarak ab eksterno yaklaşım ile intrakanaliküler mikrotüp implantı (EYE-PASS), ab interno yaklaşım ile trabeküler mikro-bypass stenti (i-STENT) ve kanoplasti girişimlerinde (i-TRACK) sütün implantasyonu bu grupta yer almaktadır.

Eye-pass, Y şeklinde, 1 mm uzunluğunda, birer uçları birleşik 2 adet silikon tüpten oluşmuştur (Resim 3). Tüplerin iç çapları 125 µm, dış çapları 250 µm'dir.



**Resim 5:** İntaskleral glokom drenaj implantlarına örnekler. **a)** SK-GEL, **b)** Aqua flow, **c)** T-flux, **d)** Ologen.

Derin sklerektomi yapıp, tüpler sağ ve soldan açılmış Schlemm kanalına, bitişik uç ise ön kamaraya yerleştirilmektedir. Glokomlu gözlerde fakoemülsifikasyon ile kombine Eye-pass implantasyonunun oldukça güvenli, ancak filtran girişimlere kıyasla daha az basınç düşürücü etkinlikte olduğu anlaşılmıştır.<sup>23</sup>

İ-stent, heparinle kaplı, magnetik özellik göstermeyen, titanyumdan üretilen 0.5-1.0 mm boyutunda insan vücuduna yerleştirilebilen en küçük cihazdır (Resim 4). İç boş "L" şeklinde kıvrımlı bir tüp olup, uzun kısmı Schlemm kanalı içerisine, kısa kısmı ise tıpkı bir şnorcel gibi ön kamaraya yerleştirilir. Tüm açılı elemanlarının görüldüğü açık açılı glokomda, Swan-Jacobs gonyolensi yardımı ile kollektör kanal ağlarının en yoğun olduğu alt nazal kadrana yerleştirilir. Böylece aköz akımına direncin en belirgin olduğu trabeküler ağ bölgesi elimine edilerek, fizyolojik drenaj sağlanır. Bu yöntemle hipotoni, sıç ön kamara, koroid dekolmanı gibi komplikasyonlar çok nadir izlenir. Aynı zamanda katarakt cerrahisi ile kombine edilebilir.<sup>24</sup>

### İntaskleral GDI

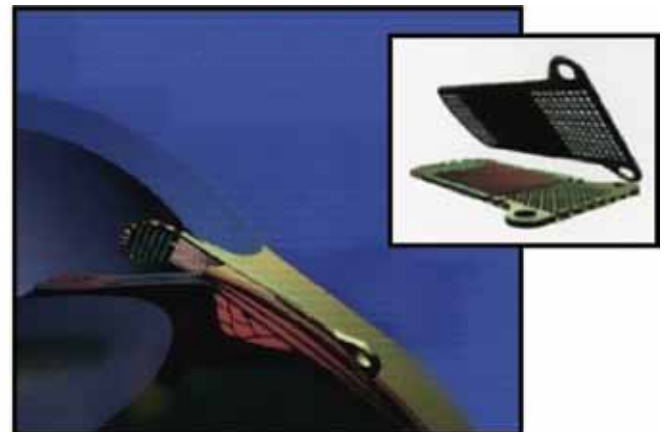
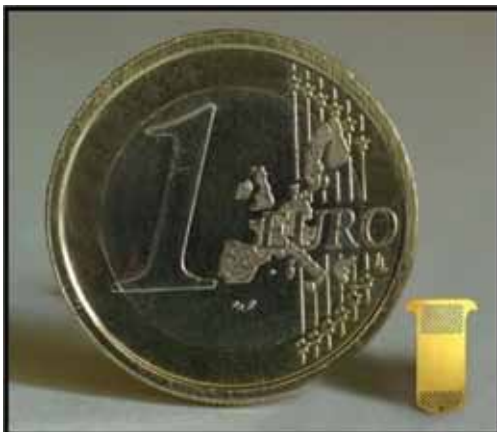
Son yıllarda glokom cerrahisinde non-penetrant cerrahi teknikler ve intraskleral implantlar ilgi çekmektedir. Derin sklerektomi ile oluşturulan intraskleral aralığın, aközü perilimbal drenaj kanallarına taşımada önemi olduğu bilinmektedir. Bu potansiyel aralığın korunmasına yönelik çeşitli implantlar geliştirilmiştir. Derin sklerektomiye eklenmiş implant cerrahisi hibrid bir prosedür olup, hem aköz Schlemm kanalına yönlendirmekte, hem de bir miktar transskleral filtrasyon ve blep formasyonuna

neden olmaktadır. SK-GEL, Aqua-flow, T-Flux, Ologen ve yapay trabekülüm (mesh) bu grupta kullanılacak implantlardır (Resim 5).<sup>25-29</sup>

### Suprakoroidal GDI

Blep tabanlı filtrasyon cerrahilerine alternatif olarak suprakoroidal boşluğun drenaj potansiyelinden yararlanma teknikleri de gelişmektedir. Uveo-skleral dışa-akım, toplam aköz dışa-akımının %5-15 ile %35-60'ını oluşturmaktadır. Geçmişte siklodiyaliz gibi cerrahi yöntemler ile prostaglandin türevi ilaçların etkinliği bu alanda gerçekleşmektedir. Ön kamara ile suprakoroidal alan arasında hidrostatik basınç farkı mevcuttur. Bu fark limbal bölgede -0.8 mmHg olup, geriye doğru artarak -3.7 mmHg'ya kadar çıkmaktadır.<sup>30</sup>

Altın mikroşant ön kamaradan suprakoroidal boşluğa aköz akışını sağlayan, mikrokanallar içeren, 24 ayar altın kaplı, 2 tabakalı bir elektro-plaktır (Resim 6). 5.21 mmx3.2 mmx45 µm boyutlarında olup, ön uçta her bir tabakada 100 µm çapında 60 delik, arka uçta 110 µm çapında 117 delik mevcuttur. Ondokuz mikrokanaldan 9 tanesi açık, 10 tanesi ise kapalıdır. Mekanizma tam olarak bilinmemekle birlikte, suprakoroidal aralığa doğru uveo-skleral akışın artışı söz konusudur. Blep oluşturmaması nedeniyle blep ile ilişkili komplikasyonların izlenmemesi önemli bir avantajdır. Altın inert olduğu için biyo-uyumu mükemmeldir. Cerrahi teknik güvenli ve implantasyon sonrası GİB düşüşü genellikle yeterlidir.<sup>31</sup> Yetersiz olduğu durumlarda titanyum safir lazer ile kapalı kanallar açılabilir. Mikrotübüller skar dokusu ile tıkanabilmektedir.



**Resim 6:** Suprakoroidal drenaj implantlarına örnek olarak altın mikroşant.

Son yıllarda kanalların 60-80  $\mu\text{m}$ 'ye genişletilmesi ile suprakoroidal aralığa 5-FU gibi antimetabolit uygulanması gündemdedir.

Sonuç olarak, implant cerrahisi sorunlarını giderdiği takdirde sadece refrakter glokom olguları için bir seçenek olmanın ötesinde, glokom filtrasyon cerrahisinde primer bir rol oynamaya adaydır.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

- Ramulu PY, Corcoran KJ, Corcoran SL, et al.: Utilization of various glaucoma surgeries and procedures in Medicare beneficiaries from 1995 to 2004. *Ophthalmology*. 2007;114:2265-2270.
- Joshi AB, Parrish RK, Feuer WF.: 2002 Survey of the American Glaucoma Society. Practice preferences for glaucoma surgery and antifibrotic use. *J Glaucoma*. 2005;14:172-174.
- Molteno ACB.: New implant for drainage in glaucoma. Animal trial. *Br J Ophthalmol*. 1969;53:161-168.
- Chung AN, Aung T, Wang JC, et al.: Surgical outcomes of combined phacoemulsification and glaucoma drainage implant surgery for Asian patients with refractory glaucoma with cataract. *Am J Ophthalmol*. 2004;137:294-300.
- Goulet RJ, Phan AD, Cantor LB, et al.: Efficacy of the Ahmed S2 glaucoma valve compared with the Baerveldt 250-mm<sup>2</sup> glaucoma implant. *Ophthalmology*. 2008;115:1141-1147.
- Hong CH, Arosemena A, Zurkowski D, et al.: Glaucoma drainage devices: a systemic literature review and current controversies. *Surv Ophthalmol*. 2005;50:48-60.
- Syed HM, Law SK, Nam SH, et al.: Baerveldt-350 implant versus Ahmed valve for refractory glaucoma. A case controlled comparison. *J Glaucoma*. 2004;13:38-45.
- Azuara-Blanca A, Moster MR, Wilson RP, et al.: Simultaneous use of mitomycin C with Baerveldt implantation. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1997;28:992-997.
- Heuer DK, Llyod MA, Abrams DA, et al.: Which is better? One or two? A randomized clinical trial of single-plate versus double-plate Molteno implantation for glaucomas in aphakia and pseudophakia. *Ophthalmology*. 1992;99:1512-1519.
- Britt MT, LaBree LD, Lloyd MA, et al.: Randomized clinical trial of the 350-mm<sup>2</sup> versus the 500 mm<sup>2</sup> Baerveldt implant: longer term results. Is bigger better? *Ophthalmology*. 1999;106:2312-2318.
- Molteno AC, Bevin TH, Herbison P, et al.: Otago glaucoma surgery outcome study. Long term follow up of primary glaucoma with additional risk factors drained by Molteno implants. *Ophthalmology*. 2001;12:2120-2193.
- Acosta AC, Espana EM, Yamamoto H, et al.: A newly designed glaucoma drainage implant made of poly (styrene-b-isobutylene-b-styrene). *Arch Ophthalmol*. 2006;124:1742-1749.
- Molteno CB, Polkinghorne J, Bowbyes A.: The vicryl tie technic for inserting a draining implant in the treatment of secondary glaucoma Aust NZ J Ophthalmol. 1986;14:343-354.
- Price FW, Whitson WE.: Polypropylene ligatures as a means of controlling intraocular pressure with Molteno implants. *Ophthalmic Surg*. 1989;20:781-783.
- Egbert PR, Liebert MF.: Internal suture occlusion of the Molteno glaucoma implant fort he prevention of postoperative hypotony. *Ophthalmic Surg*. 1989;20:53-56.
- Freeman J.: Clinical experience with the Molteno dual chamber single plate implant. *Ophthalmic Surg*. 1992;23:238-241.
- Baerveldt G, Chou JS, Longren B.: Comparison of the Baerveldt glaucoma implant with bioseal to the Baerveldt implant in rabbits. *Invest Ophthalmol Vis sci*. 1997;38:52.
- Gedde SJ, Schiffmann JC, Feuer WJ, et al.: Three-year-follow-up of the Tube versus Trabeculectomy study. *Am J Ophthalmol*. 2009;148:670-684.
- Tran DH, Souza C, Ang MJ, et al.: Comparison of long-term surgical success of Ahmed valve implant versus trabeculectomy in open-angle glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2009;95:1504-1509.
- Wamsley S, Moster MR, Rai S, et al.: Results of the use of the Ex-PRESS miniature glaucoma implant in technically challenging, advanced glaucoma cases: a clinical pilot study. *Am J Ophthalmol*. 2004;138:1049-1051.
- Dahan E, Carmichael TR.: Implantation of a miniature glaucoma device under a scleral flap. *J Glaucoma*. 2005;14:98-102.
- Maris PJ Jr, Ishida K, Netland PA.: Comparison of trabeculectomy with Ex-Press miniature glaucoma device implanted under scleral flap. *J Glaucoma*. 2007;16:14-19.
- Dietlein TS, Jordan JF, Schild A, et al.: Combined cataract-glaucoma surgery using the intracanalicular Eyepass glaucoma implant. First clinical results of a prospective pilot study. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34:247-252.
- Spiegel D, Wetzel W, Haffner DS, et al.: Initial clinical experience with the trabecular micro by-pass stent in patients with glaucoma. *Adv Ther*. 2007; 24:161-170.
- Devloo S, Deghislage C, van Malderen L, et al.: Non-penetrating deep sclerectomy without or with autologous scleral implant in open-angle glaucoma:medium term results. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2005;243:1206-1212.
- Lüke C, Dietlein TS, Jacobi PC, et al.: A prospective randomised trial of viscocanalostomy with and without implantation of a reticulated hyaluronic acid implant (SKGEL) in open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2003;87:599-603.
- Shaarawy T, Nguyen C, Schnyder C, et al.: Comparative study between deep sclerectomy with and without collagen implant: long term follow-up. *Br J Ophthalmol*. 2004;88:95-98.
- Ateş H, Uretmen O, Andaç K, et al.: Deep sclerectomy with a nonabsorbable implant (T-Flux): preliminary results. *Can J Ophthalmol*. 2003;38:482-488.
- Wu WC, Lai CC, Chen HS, et al.: Efficacy and safety of biodegradable collagen-glycosaminoglycan polymer. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:2673-2678.
- Emi K, Pederson JE, Toris CB.: Hydrostatic pressure of the suprachoroidal space. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1989;30:233-238.
- Melamed S, Ben Simon GJ, Goldenfeld M, et al.: Efficacy and safety of gold microshunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma: a pilot study. *Arch Ophthalmol*. 2009;127:264-269.