

# 微创青光眼手术进展

左国进,张祖海

作者单位:(434000)中国湖北省荆州市,长江大学附属第一医院眼科

作者简介:左国进,毕业于武汉大学医学院,主治医师,研究方向:青光眼。

通讯作者:张祖海,毕业于武汉大学医学院,主任医师,主任,研究方向:白内障、青光眼、眼睑疾病。dmtt-316@163.com

收稿日期:2016-10-10 修回日期:2016-12-30

## Recent advances on micro - invasive glaucoma surgery

Guo-Jin Zuo, Zu-Hai Zhang

Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Yangtze University, Jingzhou 434000, Hubei Province, China.

Correspondence to: Zu-Hai Zhang. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Yangtze University, Jingzhou 434000, Hubei Province, China. dmtt-316@163.com

Received:2016-10-10 Accepted:2016-12-30

### Abstract

• Glaucoma is the second major causes of blindness after cataract. The conventional trabeculectomy and shunt implantation is still the most common surgical procedure in treatment of glaucoma. However, the limitations of the treatments are the security and failure rate. Micro - invasive glaucoma surgery ( MIGS ) is an emerging category which shares the following five characteristics compared with traditional glaucoma surgery: ( 1 ) an interno microincision, ( 2 ) micro - invasion, ( 3 ) definite curative effect, ( 4 ) high safety, and ( 5 ) rapid recovery. moreover, it can also reduce the use of glaucoma medication after operation. This kind of surgery can be conducted in three different space, such as Schlemm canal, the suprachoroidal space, and the subconjunctival space. This article reviews briefly the new techniques of micro-invasive glaucoma surgery.

• KEYWORDS: micro - invasive; glaucoma surgery; intraocular pressure

**Citation:** Zuo GJ, Zhang ZH. Recent advances on micro - invasive glaucoma surgery. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2017;17(2):251-253

### 摘要

青光眼是继白内障之后致盲的第二个主要原因。传统的小梁切除术和分流器植入术仍然是治疗青光眼最常见的手术方式。然而,这些治疗的局限性在于安全性和失败率。微创青光眼手术( micro invasive glaucoma surgery, MIGS)是新兴出现的一类青光眼手术,相对于传统的青光

眼手术而言,具有五个特点:(1)一个内部的微小切口;(2)创伤小;(3)疗效确切;(4)安全性高;(5)恢复快,此外,还可以减少术后抗青光眼药物的使用。该类手术可以在3个不同的空间进行:Schlemm管、脉络膜上腔、结膜下腔。现将微创青光眼手术做一综述。

**关键词:** 微创;青光眼手术;眼压

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2017.2.14

引用:左国进,张祖海. 微创青光眼手术进展. 国际眼科杂志 2017;17(2):251-253

### 0 引言

微创青光眼手术是经过一个清晰的角膜切口而实施的内部青光眼手术,没有做结膜切口,也没有明显的瘢痕形成,目前有 AqueSys 植入物、Cypass 脉络膜上腔微支架、准分子激光小梁切除术、Hydrus 微支架、iStent 注入设备、iStent Supra、小梁微通道支架(iStent 微支架)植入术、内路小梁消融术。其中已获美国食品药品监督管理局批准的有小梁微通道支架(iStent 微支架)植入术和内路小梁消融术。此外,微创青光眼手术还能和白内障手术相结合,更有效地控制眼压。

### 1 微创青光眼手术

**1.1 小梁微通道支架(iStent 微支架)植入术** iStent 微支架(Glaukos 公司)是一个小的钛支架,是目前最小的眼内植入装置,也是美国唯一批准用于治疗青光眼的支架。通过小梁网将支架植入到 Schlemm 管,形成一个从前房到 Schlemm 管的直接通道,使房水从该通道引流至 Schlemm 管来达到降眼压的目的。主要适用于轻到中度开角型青光眼,iStent 微支架植入术可以有效降低眼压并减少抗青光眼药物的使用,且术后并发症较少,无结膜切口,也可以和白内障摘除术相结合<sup>[1]</sup>。有研究表明,同时植入两个或三个 iStent 微支架比植入单个 iStent 微支架能更有效地引流房水、控制眼压。Belovay 等<sup>[2]</sup>曾报道 52 例患者同时植入多个 iStent 微支架后眼压明显下降,从  $18.7 \pm 4.4$  mmHg 到  $13.4 \pm 3.6$  mmHg,同时青光眼药物的用量也减少,用药种类从  $2.8 \pm 1.0$  种到  $0.5 \pm 0.9$  种 ( $P < 0.001$ )。该支架的缺点及与设备有关的并发症包括植入位置不当、植入前偶然落入眼中、植入后支架闭塞等。

目前,Glaukos 公司已研发出第二代及第三代小梁微通道植入设备:iStent inject 和 iStent Supra,iStent inject 可以经小梁网直接注入到 Schlemm 管。Bacharach 首次报道 43 例轻到中度开放性青光眼患者在联合第二代 iStent 支架植入和白内障超乳手术后,77% 患者眼压明显下降,房水流系数相应增加<sup>[3]</sup>。同时光学显微镜和扫描电子显微镜显示 Schlemm 管外壁内皮的破坏较轻微,说明其创伤小、安全有效。该设备目前正处于临床试验阶段。第三代 iStent 是植入到脉络膜上腔引流房水、控制眼压,目前还没有相关报道。

**1.2 Hydrus 微支架** Hydrus 微支架是一个镍和钛的

Schlemm管支架,长8mm,支架上有3个窗口。该设备通过一个手动插件经小梁网植入,主要适用于轻到中度开放性青光眼患者。Li等<sup>[4]</sup>曾报道28例轻到中度开放性青光眼患者在接受超声乳化白内障吸出术联合Hydrus微支架植入后6mo其眼压明显下降,从术前 $17.9\pm 4.1$ mmHg到术后 $15.3\pm 2.3$ mmHg,青光眼药物的应用也明显减少。Camras等<sup>[5]</sup>曾将Hydrus微支架分别植入到实验组( $n=9$ )和对照组( $n=7$ )眼内后观察房水流出情况,Hydrus微支架植入后实验组其房水流出明显增加从 $0.19\pm 0.02\mu\text{L}/\text{min}/\text{mmHg}$ 到 $0.39\pm 0.07\mu\text{L}/\text{min}/\text{mmHg}$ ,而对照组则没有明显变化( $0.20\pm 0.03\mu\text{L}/\text{min}/\text{mmHg}$ 和 $0.23\pm 0.03\mu\text{L}/\text{min}/\text{mmHg}$ ),此外其术后相关并发症如感染等风险较低,仅有极个别患者出现术后结膜下出血、眼前房出血及虹膜周边前粘连。目前该手术正处于临床试验阶段。

**1.3 内路小梁消融术** 内路小梁消融术(Trabectome)内路小梁消融术是通过高频电刀对部分小梁网和Schlemm管内壁进行消融降低房水的外流阻力,主要适用于轻到中度开放性青光眼,眼压药物控制不满意,或者希望减少局部用药数量的患者<sup>[6]</sup>。该手术是一种新型的微创青光眼手术,与常规小梁切除术相比,创伤小、恢复快、术中术后并发症少,无滤过泡形成、无结膜切口,不影响再次做标准的小梁切除术<sup>[7]</sup>,此外还可以和白内障手术相结合。Minckler等<sup>[8]</sup>对720余例开角型青光眼(OAG)患者施行内路小梁切开术,术后60mo平均眼压降低了65%,多数患者术前平均需要2.75种降眼压药,术后仅用1种药物。该手术的主要并发症是术中切除小梁网处血液返流(出血),约占74.8%,均为一过性的。根据目前的资料,内路小梁切开术降眼压幅度有限,远期效果亟待多中心临床验证。

**1.4 准分子激光小梁切除术** 准分子激光小梁切开术(excimer laser trabeculotomy, ELT)是一种新的微创性手术方式,局部破坏小梁网的结构,减少房水进入Schlemm管的阻力。方法为借助于内窥镜或前房角镜,利用准分子激光在小梁网上形成许多小孔,成为通向Schlemm管的开口。适用于轻到中度的开角型青光眼、对药物顺应性差的患者。Wilmsmeyer等<sup>[9]</sup>应用内镜技术联合准分子激光治疗青光眼和高眼压患者,术后随访2a眼压控制理想。Babighian等<sup>[10]</sup>为了比较ELT和选择性激光小梁成形术(SLT)的疗效及安全性,将30例患者随机地分配到两个组,术后2a,ELT组平均眼压从 $25.0\pm 1.9$ mmHg降到 $17.6\pm 2.2$ mmHg,完全成功率为53.3%;后者平均眼压从 $23.9\pm 0.9$ mmHg降到 $19.1\pm 1.8$ mmHg,完全成功率为40%。ELT手术不损伤结膜,从透明角膜进入前房,切口小,对眼内组织干扰少,术后恢复快,并发症少。ELT手术操作简便、手术过程时间短,不需要行球后麻醉,手术过程眼球密闭,不会出现眼压骤然下降而产生脉络膜脱离、暴发性脉络膜出血。ELT还可以重复进行。可以在滤过性手术失败的患眼上进行手术,反过来ELT不能控制眼压的患者还可以考虑加用药物治疗或者行滤过性手术,与晶状体超声乳化手术联合治疗效果更好。ELT作为一种全新的手术方式,远期治疗效果和潜在的并发症还有待进一步研究和观察。

**1.5 脉络膜上腔微支架** 脉络膜上腔是治疗青光眼的另一个靶点,由于手术创伤和治疗引起的并发症以及裂缝闭合而导致的眼压回升,以前各种增加脉络膜上腔流出的手术疗效均有限。脉络膜上腔微支架(Cypass)是用聚酰胺

材料制作,通过一个手动的注入器注入到脉络膜上腔,可以形成一个永久的渠道,增加脉络膜上腔房水从前房流出<sup>[11]</sup>。Hoeh等将184个青光眼患者分为两组,第一组91例为非控制组( $n=91$ , $\text{IOP}\geq 21$ mmHg),第二组93例为控制组( $n=93$ , $\text{IOP}\leq 21$ mmHg),此组患者想通过手术减少青光眼药物的使用。Cypass微支架植入后,安全评估显示两组均没有明显影响视力的手术并发症。对第一组患者中57例患者进行术后6mo随访,眼压明显下降,平均眼压为 $15.6\pm 0.53$ mmHg,青光眼药物的使用也明显减少;第二组患者眼压仍控制在21mmHg以下,但药物的使用明显减少<sup>[11]</sup>。Craven等<sup>[12]</sup>曾对121例患者行超声乳化白内障吸除及Cypass微支架植入联合手术的安全性进行报道,其中有8例患者术后出现短暂的眼前房积血,1例患者出现持续的炎症反应,1例患者出现视网膜分支静脉阻塞,1例患者出现糖尿病黄斑水肿加重。目前该设备正处于临床试验阶段。

**1.6 AqueSys 植入物** AqueSys植入物是用明胶制作而成<sup>[13]</sup>,植入到结膜下腔,形成一个从前房到脉络膜下腔的房水流出通道,从而引流房水,降低眼压。目前在美国、加拿大、澳大利亚、欧洲、亚洲和南美洲进行多中心实验。2011年在欧洲获得CE Mark批准,主要用于治疗轻到中度以及顽固型青光眼患者。

## 2 微创青光眼与白内障联合手术

白内障、青光眼多为老年性眼病,分别位居致盲性眼病的第1、2位。两者常互为因果,即白内障可因膨胀或过熟引起青光眼,青光眼本身和抗青光眼的治疗又可引起和加重白内障。对青光眼合并白内障患者手术治疗的方法通常有分期手术和联合手术:(1)单纯行抗青光眼手术,眼压完全正常后再行白内障手术;(2)单纯行白内障手术,术后继续用药物控制眼压;(3)青光眼、白内障联合手术。既往认为分期手术在控制眼压方面更安全,但抗青光眼术后可加速白内障的发展,尤其是青光眼术后若发生浅或无前房,白内障发展更快;另外分期手术后易致结膜瘢痕形成,降低青光眼术后的滤过功能;多次手术也增加患者的痛苦和经济负担。有报道显示,单纯行白内障手术对于轻到中度青光眼患者可以在一定程度上降低眼压,但由于个体的异质性,并不一定所有的患者都能达到降眼压的效果,且部分患者的降压作用不能持久<sup>[14-15]</sup>。故近来对青光眼合并白内障的患者多倾向于行青光眼白内障联合手术。对于眼压控制不理想的青光眼患者,应尽早行青光眼白内障联合手术。传统的青光眼白内障联合手术方式主要是超声乳化白内障吸除植入晶状体联合小梁切除术,但由于小梁切除术属于有创手术,术后存在一些并发症,随着新型手术方式微创青光眼手术的出现,微创青光眼与白内障联合手术成为近年来关注的热点。

关于微创青光眼与白内障联合手术不乏报道。Francis<sup>[16]</sup>曾报道,与单独白内障手术相比,内路小梁消融术与白内障联合手术术后24mo成功率为80%,而单独组为45%,此外抗青光眼药物的应用量减少40%。另有研究显示,内路小梁消融术与白内障联合手术术后1a成功率为86.9%,眼压下降18%,药物应用量减少33%<sup>[17]</sup>。说明该联合手术是一安全有效的手术。Samuelson等<sup>[18]</sup>曾将240眼轻到中度青光眼的患眼随机分配到iStent微支架和白内障联合手术组(支架组)以及单独白内障手术组(控制组),1a预期实验结果显示,支架组眼压控制在低

于21mmHg且没有使用药物的患者比例明显高于对照组(72%与50%),此外也有其他报道显示了该联合手术的安全和疗效<sup>[19]</sup>。目前Glaukos公司正在进行临床试验植入两个iStent设备联合白内障手术,观察是否能有效降低眼压。另有初步研究显示,脉络膜上腔微支架与白内障联合手术可以维持眼压的降低,也使得药物的应用明显减少<sup>[11]</sup>。此外,一个2a的随机化、控制实验正在美国进行,目的在于判断Hydrus微支架与白内障联合手术的安全与疗效。

尽管对于晚期青光眼患者,传统的滤过性手术和引流设备仍然是主要的手术方式,但对于轻到中度的青光联合白内障的患者,微创青光眼与白内障联合手术越来越受到重视。然而,微创青光眼手术方式多种,究竟哪种手术最适合与白内障手术联合目前还不清楚,如果有一种微创手术与白内障手术相联合,能使大部分患者的眼压持续降低,且安全,易植入,能减少药物的应用,其将成为最佳选择。

### 3 微创青光眼手术与其他手术相比的优缺点

传统的青光眼手术主要是小梁切除术,但该手术由于切除了全层的小梁组织,术后并发症多,如感染、低张力、浅前房、黄斑病、脉络膜渗漏、脉络膜上腔出血,尤其是后期滤过泡瘢痕化等大大降低了手术疗效。近年来新型的手术方式不断出现,Schlemm管成形术属于非穿透性小梁手术。其原理主要是增加Schlemm管内径,重建房水的自然流出通道。主要适用于轻到中度的开角型青光眼以及可行传统滤过手术疾病的严重阶段,是一种安全有效的术式。但其对操作技术、术前房角功能和Schlemm管的状态要求较高,缝线永久性地放在Schlemm管内可能存在一些后期并发症,如缝线脱出<sup>[20]</sup>以及术后晚期瘢痕形成影响远期疗效等原因限制了广泛应用。金制微型引流器(Solx)植入术是将植入物通过一个很小的结膜切口植入脉络膜上腔的一种新型手术方法,主要适用于中到重度开角型青光眼患者,此种手术方式术后并发症较少,且没有滤过泡的形成,然而由于脉络膜上腔长久的植入可能会因为纤维化而导致脉络膜上腔的闭合。此外,Ex-press微型引流钉植入将房水由前房引流至结膜下,属于依赖滤过泡的外引流手术。主要适用于中到重度开角型青光眼以及对青光眼药物耐受性较差的患者,术后可以停止用药。表明Ex-press植入术相对于常规的小梁切除术切口小,没有做外周的虹膜切除术,降低了术后感染、低张力和浅前房的风险。然而,Ex-press植入术仍属于有滤过泡形成的滤过性手术,术后需要用抗纤维化的药物防止滤过泡的瘢痕化,此外该手术方式仅限于开角型青光眼,对患者的选择有一定的限制。

新型手术方式不断出现,但由于各自的局限性,使用也受到了一定的限制。和上述青光眼手术相比较,MIGS的主要特点为创口小,可以降低手术并发症风险,易恢复,术后可以减少抗青光眼药物的使用;其次,因为其没有做结膜切口,不影响以后继续做其他的青光眼手术。基于以上优点,MIGS将更容易被患者所接受。

### 4 总结

青光眼已成为全世界主要的致盲因素之一,其治疗目的在于控制眼压,阻止其进一步发展,减少药物的使用,提高患者的生活质量。其治疗方法在不断改进,从药物治疗到传统小梁切除术,到新的手术方式不断涌现,每一种治疗方法都有其优缺点。药物的主要缺点在于患者难以长期坚持,此外长期用药可以导致红斑、异物感、眼睛不适

等,降低视觉效果。各种手术方法在控制眼压的同时都存在一定缺陷,MIGS是在治疗方法不断改进的过程中出现的一类新型手术方式,主要适用于轻到中度青光眼患者,由于其安全、疗效好的优点,或许将会成为患者新的选择。

### 参考文献

- 1 Saheb H, Ahmed IK. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future direction. *Curr Opin Ophthalmol* 2012;23(2):96-104
- 2 Belovay GW, Naqi A, Chan BJ, et al. Using multiple trabecular micro-bypass stents in cataract patients to treat open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(11):1911-1917
- 3 Gigon A, Shaarawy T. The suprachoroidal route in glaucoma surgery. *J Curr Glaucoma Pract* 2016;10(1):13-20
- 4 Li Y, Babcock RW Jr. Green roof hydrologic performance and modeling: a review. *Water Sci Technol* 2014;69(4):727-738
- 5 Camras LJ, Samuelson TW, Ahmed IK, et al. A novel Schlemm's canal scaffold increases outflow facility in a human anterior segment perfusion model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(10):6115-6121
- 6 Francis BA, Singh K, Lin SC, et al. Novel glaucoma procedures. *Ophthalmology* 2011;7(14):1466-1480
- 7 Jea SY, Mosaed S, Vold SD, et al. Effect of a failed Trabectome on subsequent trabeculectomy. *J Glaucoma* 2012;21(2):71-75
- 8 Minckler DS, Mosaed S, Dustin L, et al. The Trabectome Study Group. Trabectome (tmbeulectomy - internal approach) additional experience and extended follow-up. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2008;106:1-12
- 9 Wilmsmeyer S, Philippin H, Funk J. Excimer laser trabeculotomy: a new, minimally invasive procedure for patients with glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2006;244(6):670-676
- 10 Babighian S, Caretti L, Tavolato M, et al. Excimer laser trabeculotomy vs 180 degrees selective laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma. A 2-year randomized, controlled trial. *Eye (Lond)* 2010;24(4):632-638
- 11 Hoeh H, Ahmed IK, Grisanti S, et al. Early postoperative safety and surgical outcomes after implantation of a suprachoroidal micro-stent for the treatment of open-angle glaucoma concomitant with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(3):431-437
- 12 Craven M, Mansfield CS, Simpson KW. Granulomatous colitis of boxer dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2011;41(2):433-445
- 13 Caprioli J, Varma R. Intraocular pressure: modulation as treatment for glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2011;152(3):340-344
- 14 Mansberger SL, Gordon MA, Jampel H, et al. Reduction in intraocular pressure after cataract extraction: the Ocular Hypertension Treatment Study. *Ophthalmology* 2012;119(9):1826-1831
- 15 Chang TC, Budenz DL, Liu A, et al. Long-term effect of phacoemulsification on intraocular pressure using phakic eye as control. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(5):866-870
- 16 Francis BA. Trabectome combined with phacoemulsification versus phacoemulsification alone: a prospective, nonrandomized controlled surgical trial. *Clin Surg Ophthalmol* 2010;28(10):1-7
- 17 Mosaed S, Rhee DJ, Filippopoulos T, et al. Trabectome outcomes in adult open-angle glaucoma patient: one-year follow-up. *Clin Surg Ophthalmol* 2010;28(8):5-9
- 18 Samuelson TW, Katz LJ, Wells JM, et al. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract. *Ophthalmology* 2011;118(3):459-467
- 19 Craven ER, Katz LJ, Welss MW, 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(8):1339-1345
- 20 Lewis RA, von Wolff K, Tetz M, et al. Canaloplasty: three-year results of circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal using a microcatheter to treat open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(4):682-690