

文章编号 1006-8147(2019)04-0426-04

综述

# 微创玻璃体切除术临床应用进展

任新军, 郑传珍 综述, 李筱荣 审校

(天津医科大学眼科医院玻璃体视网膜眼外伤科, 天津医科大学眼科研究所, 天津 300384)

**摘要** 目的:微创玻璃体切割术是目前玻璃体视网膜疾病的主要手术方式,约有10余年历史,与传统的20G经睫状体平坦部玻璃体切割术相比,微创玻璃体切割术不仅缩小了巩膜切口,而且大大简化了手术程序,缩短了手术时间,减少了手术并发症的发生。因此,在过去10余年时间里,本着“越小越好”的原则,越来越多的眼科医生由传统的20G玻璃体切割术逐渐转向25G、23G微创玻璃体切割术。然而,随着微创玻璃体切割术的普及,无缝线巩膜切口的相关并发症也随之增多,如术后低眼压、眼内炎等。这也促使眼科学者开始研究新一代玻璃体切割手术系统。得益于不断更新换代的高速玻切机、高通量的照明光源、更精细的制造技术和清晰广角镜的发展,日本学者Oshima于2010年正式推出了27G玻璃体切割系统。27G玻璃体切割术较之前的微创玻璃体切割术切口更小,切割速率更高,带给眼底外科医生全新的体验和广泛选择,有着广阔的应用前景。目前27G甚至更细的玻璃体切割术尚处在继续革新之中,其优缺点、适应证及未来发展也逐渐成为大家关注讨论的焦点。本文将对微创玻璃体切割系统进行简要的综述。

**关键词** 微创玻璃体切除术;优缺点;适应症

中图分类号 R779.62

文献标志码 A

自1972年O'Malley提出了经巩膜三通道20G玻璃体切割术以来<sup>[1]</sup>,玻璃体视网膜手术相比于以前迅速发展,然而不少并发症也相继出现,如手术切口出血,切口附近组织增生及对玻璃体基底部的牵拉等都与巩膜切口相关<sup>[2]</sup>,上世纪80年代初,20G玻璃体切割术得到了广泛应用,直到2004年小口径玻璃体切割系统广泛使用之前,其一直占据主导地位<sup>[3]</sup>。随着科技的进步,技术的发展,微创玻璃体切割系统逐渐取代了传统玻璃体切割系统,本文就微创玻璃体切割系统进行一个简要的综述。

## 1 25G经结膜无缝合玻璃体切除手术系统

本着“越小越好”的原则,Fujii等在2002年将25G经结膜无缝合玻璃体切除手术系统(transconjunctival sutureless vitrectomy, TSV)应用于临床,该系统包括微套管、套管穿刺针、灌注管、塞镊和套管塞。微套管由3.6 mm长的聚乙烯亚胺管组成,内外径分别为0.57/0.62 mm,灌注管由5 mm长的金属管组成,内外径分别为0.37/0.56 mm,将原本20G的0.9 mm玻切头直径降到了25G的0.5 mm<sup>[4]</sup>,从而开创了微创玻璃体切除系统(micro incision vitrectomy system, MIVS)时代。调查也显示从传统玻切系统转向微创玻切系统的医生在逐渐增多<sup>[5]</sup>。

相比于传统20G,25G由于其切口小且无需缝合,可快速进入和退出眼内,以及其固定套管的应用,避免了手术器械反复进出导致的玻璃体基底部

牵拉,减少了出血、炎性反应及周边部视网膜裂孔等的发生概率,其他优势如眼球密闭性好,术中眼压平稳,手术时间短,减少了因手术操作造成的白内障发生,手术切口的快速恢复,减少了术源性散光,病人的舒适度得到了较大提升等,促使了25G的广泛应用<sup>[4,6-11]</sup>。

然而,初代25G由于其自身器械的特点和局限性,套管尖端较为平钝,穿刺时阻力较大,穿刺比较困难;套管不能锁定在套管针柄上,容易滑脱;口径较细,切割速率低,导致较大的组织块可能阻塞玻切管道,光导纤维照明相对不足;器械质地相对较软,术中借助器械固定及转动眼球困难,容易弯曲,不能有效清除基底部玻璃体组织,甚至有报道手术器械在术中折断的病例<sup>[12-13]</sup>;配套设施的不完善,无法进行硅油注入等操作,致使初代25G仅能进行一些简单的玻璃体视网膜手术,不适用于严重增殖性糖尿病性视网膜病变,严重增殖性玻璃体视网膜病变,复杂性眼外伤病例等<sup>[4,14]</sup>。这也促使了25G后期的进一步改进。

## 2 23G经结膜无缝合玻璃体切除手术系统

基于25G的局限性,Claus于2005年首次报道了使用23G完成41只眼玻璃体切除手术的临床结果,该系统结合了20G和25G的优点,在扩大了穿刺口大小的基础上增加了器械的硬度,完善了配套设施,并且切口改进为隧道穿刺避免了缝合(切口不垂直于巩膜表面,而是与角膜缘平行30°~40°角的隧道切口)。该玻切系统穿刺口大小为0.72 mm,

作者简介 任新军(1981-),男,主治医师,硕士,研究方向:玻璃体视网膜眼外伤疾病;通信作者:李筱荣,E-mail:xiaorli@163.com。

套管由长4 mm,内外径分别为0.65/0.75 mm的钢管组成,完善了配套的广角光导纤维、笛针、眼内电凝针、眼内激光纤维等,且除灌注管的套管外,另外两个套管的外口呈漏斗状,方便器械进出。最大切割率为1 200 r/min,最大吸引负压为500 mmHg<sup>[15]</sup>。2007年Alcon在第一代23G的基础上进行了改进,推出了二代23G,其穿刺刀坚硬锐利,斜面设计使其更容易插入眼内,原本的“两步”隧道穿刺改进为“一步”隧道穿刺,套有套管的穿刺刀平行于角巩膜缘,与巩膜成20°~30°角,穿刺刀依次穿过结膜、巩膜及睫状体平坦部,当套管与巩膜接触时,穿刺刀改变方向旋后刺向后极部。同时改进后的23G玻切系统切割速率提高到2 500 r/min,也提高了照明亮度<sup>[16-17]</sup>。

虽然25G开创了免缝合技术,随之而来的关于25G术后低眼压的报道也逐渐增多,但大部分低眼压为暂时性的,约术后一周切口闭合后眼压逐渐回升至术前水平<sup>[18-19]</sup>。有报道指出,25G、23G隧道切口能有效减少术后切口渗漏、低眼压、继发性眼内炎等并发症的发生<sup>[20-22]</sup>。因此,即使后期切口直径更小的27G出现,隧道切口因其切口瓣的自动闭合,减少渗漏,减少眼内炎的发生等优点,仍被广泛应用。

相比于初代25G,23G器械硬度更佳,开口更靠近顶端,切割管径更大,切割效率更高,照明亮度提高,大大增加了手术适应症范围,包括黄斑部手术,如黄斑前膜、黄斑裂孔、玻璃体黄斑牵引综合征、黄斑水肿等,玻璃体积血、眼内炎、严重增殖性糖尿病性视网膜病变、孔源性视网膜脱离、眼外伤玻璃体积血、硅油取出等<sup>[5, 15, 17, 23-24]</sup>。23G手术几乎可以适用于所有的玻璃体视网膜疾病。即便是后期25G+, 27G出现,23G也因其更大的切口直径和仪器硬度具有不可替代的优势,如1 000厘斯的硅油用23G套管连接在注射器上能在1 min内完成取出<sup>[24]</sup>。

### 3 25G+经结膜无缝合玻璃体切除手术系统

随着技术的改进,25G+在综合了25G和23G的优点之后逐渐应用于临床。25G+玻璃体切割手术系统是由传统的25G玻璃体手术系统改进而来,增加了玻切头和光导纤维的硬度,最大切割速率达到5 000 r/min,玻切头开口离顶端的距离减少到只有0.23 mm,并且完善了相应的配套设施。相比于23G玻切系统,25G+玻切系统具有器械硬度更强、眼内操作更为精细、巩膜切口密闭性更好,操作时对增殖膜切除、分离、分割更加便捷有效,对视网膜损伤更小等优点,在缩短手术时间、减少医源性损伤及并发症的发生等方面,显示出了更好的优势<sup>[25-26]</sup>。

### 4 27G经结膜无缝合玻璃体切除手术系统

为了降低与切口免缝合相关并发症,如低眼压、眼内炎等,本着“越小越好”的原则,2010年日本学者Oshima与荷兰眼科中心(Dutch Ophthalmic Research Center, DORC)合作,在Ophthalmology首次正式报道了27G玻璃体切割系统。27G玻切系统将玻切头直径降到了0.408 mm,通过缩短轴长至25 mm来增加硬度,同时开口距顶端的距离降到了0.211 mm,使玻切头更加接近视网膜平面,增加了细微操作的空间,并且完善了配套的高速玻切头、灌注管、光导纤维、眼内镊、眼内铲、眼内剪、套管-穿刺针、钝头/尖头眼内电凝等器械。降低切口直径势必会降低照明亮度,但是套在27G套管中的大小为29G的光导纤维的光通量能分别达到20流明的氙灯和25流明的汞气灯,完美的解决了这个问题,而且能够利用光导纤维的根部作为支撑点来控制眼球在术中的转动。巩膜套管穿刺口推荐结膜移位垂直插入法,不需要做隧道切口。像初代25G一样,初代27G仅进行了一些黄斑部手术、玻璃体积血等选择性病例,结果显示,27G可以完全胜任,不需要更换成更大切口的手术系统,无需缝合,结膜移位垂直插入术后眼压正常,术后视力广泛提升<sup>[27]</sup>。

为了扩大27G手术适应症,多家公司在原基础上进行了改进,其中Alcon公司2012年推出的超高速双向气动玻切系统27G+Constellation Vison System得到了广泛应用。根据泊肃叶定律( $Q=\pi \times r^4 \times \Delta p / (8\eta L)$ ),27G直径相比于25G降低约20%,理论上单位时间内玻璃体液通过管道的流量(Flow rate),27G相比于25G降低约60%,但这一问题可以通过增加管道两端的压差和(或)减小粘滞系数来增加玻璃体液通过管道的流量,即在较高的玻切速率下降低粘滞系数或开启最大负压吸引或保持切割口较长的开启时间来弥补。通过实验发现,初代27G在玻切速率为1 000~1 500 r/min时开合比(Duty cycle)与25G相等甚至更高,玻切效率更高,然而,如果再提高玻切速率,开合比就会降低,在2 000 r/min时甚至降低至7%,使玻切效率大大降低。改进后的Constellation Vison System的玻切速率能达到7 500 r/min,并且能控制开合比,同时阀门套管加固了其硬度,通过与25G+在猪眼的试验对比发现,单位时间内,27G+实际测得的流量(Flow rate)大概为25G+的60%。此外,27G+的3D模式允许术者使用脚踏控制玻切模式或抽吸模式。术者在切割中心玻璃体时可以选择最大的吸引负压650 mmHg配以5 000 r/min的玻切速率达到最优化

的玻切效率;在切周边玻璃体时,降低吸引负压从而降低对周边视网膜的牵引,减少医源性视网膜裂孔的发生,配以 7 500 r/min 的高速玻切速率提升玻切效率。而且,27G+的玻切头开口更接近顶端,更容易进入到增殖膜或纤维血管膜与视网膜之间的空隙,在不更换其他辅助器械如眼内镊、眼内剪等的情况下,仅用玻切头能容易地完成膜分离、分割、移除等操作,减少了器械进出眼内的次数,节省了手术时间<sup>[27-33]</sup>。

DORC 与 Eckardt 等合作推出了玻切速率达 8 000 r/min 的双开合比双向玻切头,使玻切速率倍增至 16 000 r/min,且在任何切速条件下,其流量均不受影响<sup>[28]</sup>。

与初代 25G 一样,初代 27G 仅用于一些选择性的手术,改进后的 27G 增加了手术应用范围,包括玻璃体活检,激光治疗无效的致密性后囊膜混浊,房水弥留,玻璃体浑浊,黄斑部的疾病,如黄斑前膜,特发性或继发性黄斑裂孔,玻璃体黄斑牵拉综合征,与糖尿病性视网膜病变、视网膜静脉阻塞、葡萄膜炎等相关的黄斑水肿,持续性白内障术后黄斑囊样水肿,内界膜下出血等;玻璃体积血,眼内炎,原发性孔源性视网膜脱离,孔源性视网膜脱离伴或不伴 PVR,中度增殖性糖尿病视网膜病变伴或不伴牵拉性视网膜脱离,视网膜下出血,巨大视网膜裂孔等<sup>[29,33-38]</sup>。

10 余年前,25G、23G 玻璃体切除术将我们带入了玻璃体视网膜手术的微创时代,而最新的 27G 玻璃体切除术更是将微创和“越小越快越好”的理念往前推进了一大步。我国于 2015 年引进 27G 系统,目前关于 27G 的报道甚少。虽然 27G 玻璃体切除术已经在部分选择性病例中被证实了其安全性和有效性,但是正如 25G、23G 玻璃体切除术的发展一样,27G 玻切系统的性能还需要进一步的完善、改进和提高。高的切割速率、可控的开合比及双向玻切都可能成为未来玻切头不断完善发展的方向。希望在不久的将来,有更加完美的微创玻璃体切除系统用于治疗各类玻璃体视网膜疾病,以最小的创伤为患者带来光明。

#### 参考文献:

- [1] O'Malley C, Heintz R M. Vitrectomy via the pars plana—a new instrument system[J]. Trans Pac Coast Otoophthalmol Soc Annu Meet, 1972, 53:121
- [2] Kreiger A E. Wound complications in pars planavitrectomy[J]. Retina, 1993, 13(4):335
- [3] Thompson J T. Advantages and limitations of small gauge vitrectomy[J]. Surv Ophthalmol, 2011, 56(2):162
- [4] Fujii G Y, De Juan E, Humayun M S, et al. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery[J]. Ophthalmology, 2002, 109(10):1807
- [5] Guthrie G, Magill H, Steel D H. 23-gauge versus 25-gauge vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy: a comparison of surgical outcomes[J]. Ophthalmologica, 2015, 233(2):104
- [6] Sato T, Emi K, Bando H, et al. Faster recovery after 25-gauge microincision vitrectomy surgery than after 20-gauge vitrectomy in patients with proliferative diabetic retinopathy[J]. Clin Ophthalmol, 2012, 6:1925
- [7] Yang S J, Yoon S Y, Kim J G, et al. Transconjunctival sutureless vitrectomy for the treatment of vitreoretinal complications in patients with diabetes mellitus[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging, 2009, 40(5):461
- [8] Okamoto F, Okamoto C, Sakata N, et al. Changes in corneal topography after 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy versus after 20-gauge standard vitrectomy[J]. Ophthalmology, 2007, 114(12):2138
- [9] Neuhann I M, Hilgers R D, Bartz-Schmidt K U. Intraoperative retinal break formation in 23-/25-Gauge vitrectomy versus 20-Gauge vitrectomy[J]. Ophthalmologica, 2013, 229(1):50
- [10] Scartozzi R, Bessa A S, Gupta O P, et al. Intraoperative sclerotomy-related retinal breaks for macular surgery, 20- vs 25-gauge vitrectomy systems[J]. Am J Ophthalmol, 2007, 143(1):155
- [11] Lakhanpal R R, Humayun M S, De Juan E, et al. Outcomes of 140 consecutive cases of 25-gauge transconjunctival surgery for posterior segment disease[J]. Ophthalmology, 2005, 112(5):817
- [12] Inoue M, Noda K, Ishida S, et al. Intraoperative breakage of a 25-gauge vitreous cutter[J]. Am J Ophthalmol, 2004, 138(5):867
- [13] Appenzeller M F, Petersen M R, Foster R E, et al. Intraoperative mechanical failure of a 25-gauge vitreous cutter[J]. Retin Cases Brief Rep, 2010, 4(3):274
- [14] Ibarra M S, Hermel M, Prenner J L, et al. Longer-term outcomes of transconjunctival sutureless 25-gauge vitrectomy[J]. Am J Ophthalmol, 2005, 139(5):831
- [15] Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy[J]. Retina, 2005, 25(2):208.
- [16] Chieh J J, Rogers A H, Wiegand T W, et al. Short-term safety of 23-gauge single-step transconjunctival vitrectomy surgery[J]. Retina, 2009, 29(10):1486
- [17] Gupta O P, Ho A C, Kaiser P K, et al. Short-term outcomes of 23-gauge pars planavitrectomy[J]. Am J Ophthalmol, 2008, 146(2):193
- [18] Acar N, Kapran Z, Unver Y B, et al. Early postoperative hypotony after 25-gauge sutureless vitrectomy with straight incisions[J]. Retina, 2008, 28(4):545
- [19] Byeon S H, Lew Y J, Kim M, et al. Wound leakage and hypotony after 25-gauge sutureless vitrectomy: factors affecting postoperative intraocular pressure [J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging, 2008, 39(2):94
- [20] Hsu J, Chen E, Gupta O, et al. Hypotony after 25-gauge vitrectomy using oblique versus direct cannula insertions in fluid-filled eyes[J]. Retina, 2008, 28(7):937
- [21] Schadlu R, Shah G K. Early postoperative intraocular pressure after



- 23-gauge sutureless small-incision pars planavitrectomy[J]. Retina, 2009, 29(7):1043
- [22] Lopez G L, Pareja E J, Teus G A. Oblique sclerotomy technique for prevention of incompetent wound closure in transconjunctival 25-gauge vitrectomy[J]. Am J Ophthalmol, 2006, 141(6):1154
- [23] De Preobrajensky N, Mrejen S, Adam R, et al. 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy: a retrospective study of 164 consecutive cases[J]. J Fr Ophtalmol, 2010, 33(2):99
- [24] Stalmans P. 23-gauge vitrectomy[J]. Dev Ophthalmol, 2014, 54:38
- [25] Mikhail M, Ali-Ridha A, Chorfi S, et al. Long-term outcomes of sutureless 25-G+ pars-planavitrectomy for the management of diabetic tractional retinal detachment[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2017, 255(2):255
- [26] Savastano A, Savastano M C, Barca F, et al. Combining cataract surgery with 25-Gauge High-Speed Pars planavitrectomy results from a retrospective study[J]. Ophthalmology, 2014, 121(1):299
- [27] Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, et al. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery[J]. Ophthalmology, 2010, 117(1):93
- [28] Oshima Y. Innovations in 27-Gauge vitrectomy for sutureless microincision vitrectomy surgery: Duty cycle control and dual-port cutters may allow wider use of ultrasmall-gauge vitrectomy[J]. Retina Today, 2014:42
- [29] Osawa S, Oshima Y. 27-Gauge vitrectomy[J]. Dev Ophthalmol, 2014, 54:54
- [30] Abulon D J. Vitreous flow rates through dual pneumatic cutters: effects of duty cycle and cut rate[J]. Clin Ophthalmol, 2015, 9:253
- [31] Abulon D J, Buboltz D C. Performance comparison of High-Speed Dual-Pneumatic vitrectomy cutters during simulated vitrectomy with balanced salt solution[J]. Transl Vis Sci Technol, 2015, 4(1):6
- [32] Dugel P U, Abulon D J, Dimalanta R. Comparison of attraction capabilities associated with high-speed, dual-pneumatic vitrectomy probes[J]. Retina, 2015, 35(5):915
- [33] Khan M A, Shahlaee A, Toussaint B, et al. Outcomes of 27 gauge microincision vitrectomy surgery for posterior segment disease[J]. Am J Ophthalmol, 2016, 161:36
- [34] Rizzo S, Barca F, Caporossi T, et al. Twenty-seven-gauge vitrectomy for various vitreoretinal diseases[J]. Retina, 2015, 35(6):1273
- [35] Zhang Z T, Wei Y T, Jiang X T, et al. Surgical outcomes of 27-gauge pars planavitrectomy with short-term postoperative tamponade of perfluorocarbon liquid for repair of giant retinal tears[J]. Int Ophthalmol, 2018, 38(4):1505
- [36] Srinivasan S, Koshy Z. Pars plana posterior capsulectomy with a 27-gauge microincision vitrectomy system for dense posterior capsule opacification[J]. J Cataract Refract Surg, 2017, 43(6):719
- [37] Romano M R, Vallejo-Garcia J L, Scotti F A. 27-Gauge vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment: is it feasible[J]. Ann Acad Med Singapore, 2015, 44(5):185
- [38] Yoneda K, Morikawa K, Oshima Y, et al. Surgical outcomes of 27-Gauge vitrectomy for a consecutive series of 163 eyes with various vitreous diseases[J]. Retina, 2017, 37(11): 2130

(2018-07-17 收稿)

(上接第 417 页)

- sensitive deacetylase in cardiomyocytes that protects cells from stress-mediated cell death by deacetylation of ku70[J]. Mol Cell Biol, 2008, 28(20): 6384
- [27] Kerr E, Holohan C, McLaughlin K M, et al. Identification of an acetylation-dependent Ku70/FLIP complex that regulates FLIP expression and HDAC inhibitor-induced apoptosis[J]. Cell Death Differ, 2012, 19:1317
- [28] 屈小玲, 孟瑾, 李晨, 等. Ku70 乙酰化介导 tsa 诱导的结肠癌细胞凋亡[J]. 现代生物医学进展, 2015, 22:4214
- [29] Clague M J, Heride C, Urbe S. The demographics of the ubiquitin system[J]. Trends Cell Biol, 2015, 25(7): 417
- [30] Postow L, Funabiki H. An scf complex containing fbx12 mediates DNA damage-induced ku80 ubiquitylation[J]. Cell Cycle, 2013, 12(4): 587
- [31] Ishida N, Nakagawa T, Iemura S I, et al. Ubiquitylation of ku80 by rnf126 promotes completion of nonhomologous end joining-mediated DNA repair[J]. Mol Cell Biol, 2017, 37(4)
- [32] Brown J S, Lukashchuk N, Sezanieceka-Clift M, et al. Neddylation promotes ubiquitylation and release of ku from DNA-damage sites[J]. Cell Rep, 2015, 11(5): 704
- [33] Pichler A, Fatouros C, Lee H, et al. Sumo conjugation - a mechanistic view[J]. Biomol Concepts, 2017, 8(1): 13
- [34] van der Veen A G, Ploegh H L. Ubiquitin-like proteins[J]. Annu Rev Biochem, 2012, 81: 323
- [35] Mo Y Y, Yu Y, Theodosiou E, et al. A role for ubc9 in tumorigenesis[J]. Oncogene, 2005, 24(16):2677
- [36] Yurchenko V, Xue Z, Gama V, et al. Ku70 is stabilized by increased cellular sumo[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2008, 366(1): 263
- [37] Hang L E, Lopez C R, Liu X, et al. Regulation of ku-DNA association by yku70 c-terminal tail and sumo modification[J]. J Biol Chem, 2014, 289(15): 10308
- [38] Ferrer C M, Sodi V L, Reginato M J. O-glcNAcylation in cancer biology: Linking metabolism and signaling[J]. J Mol Biol, 2016, 428(16): 3282
- [39] Couto C A, Wang H Y, Green J C, et al. Parp regulates nonhomologous end joining through retention of ku at double-strand breaks[J]. J Cell Biol, 2011, 194(3): 367
- [40] Rulten S L, Grundy G J. Non-homologous end joining: Common interaction sites and exchange of multiple factors in the DNA repair process[J]. Bioessays, 2017, 39(3)
- [41] Rathaus M, Lerrer B, Cohen H Y. Deubiquitylation: A novel enzymatic activity for the DNA repair protein, ku70[J]. Cell Cycle, 2009, 8(12):1843

(2018-08-25 收稿)