

本当かな!!

～27G小切開硝子体手術～

2012年1月28日・名古屋国際会議場

共催：第35回日本眼科手術学会総会・アールイーメディカル株式会社

座長

平形 明人 先生

杏林大学医学部眼科学教室 主任教授



普及が進む小切開硝子体手術において、27Gシステム（DORC社製造、アールイーメディカル社販売）の導入がスタートしている。国内初の27Gシステムに関する講演会となる本セミナーでは、開発に携わられた大島佑介先生よりその経緯について、Scharioth先生には本邦に先駆けて導入が進むヨーロッパでの臨床経験について、さらに新進気鋭の網膜硝子体術者である王英泰先生および大澤俊介先生には初めての27Gシステム使用経験について、それぞれお話をいただいた。27Gシステムは、十数例の使用経験で鉗子等の柔軟性に慣れることができ、PVDを円滑に作成できるなど黄斑疾患には優れた適応があることが確認されている。今後、各施設での臨床経験を踏まえて、小切開硝子体手術の新しい手法としてどのように発展していくか期待されるところである。

Lecture 1

Overview of 27 Gauge Vitrectomy

大島 佑介 先生

大阪大学大学院医学系研究科眼科学教室 講師

Lecture 3

27Gシステムの使用経験

王 英泰 先生

兵庫県立尼崎病院眼科 科長

Lecture 2

Microinvasive Transconjunctival Vitrectomy -Small is Beautiful?!

Dr. Gabor B. Scharioth

Aurelios Augenzentrum in Recklinghausen,
Germany/University of Szeged, Hungary

Lecture 4

27Gシステムへの期待

大澤 俊介 先生

岡波総合病院眼科 医長

Overview of 27 Gauge Vitrectomy

大島 佑介 先生 (大阪大学大学院医学系研究科眼科 講師)



27G システム開発の背景 —無縫合による合併症低減を目指して

すべての手術において私自身が日頃常に心掛けていること、そして若い先生方にいつも伝えていることは常に手術の基本原則である safety、quality、simplicity に照らして手術を行うことである。近年の小切開硝子体手術 (micro incision vitrectomy surgery : MIVS) の開発は、まさにこの 3 原則を極めるために生まれた術式であると言っても過言ではない。硝子体手術の歴史は、1970 年初頭の Machemer らの 1 ポートシステムによる初めての closed eye surgery に始まり、その後まもなく 20G の 3 ポートシステムが完成して、これまで約 30 年余り変わらぬ手術スタイルが継続されてきた¹⁾。そして、ようやく 2002 年に Juan らによる 25G システムの開発および 2005 年の Eckardt らによる 23G システムの開発が現在の経結膜的アプローチによる硝子体手術の普及をもたらし、MIVS を minimally invasive vitrectomy surgery とも呼ばれる硝子体手術の低侵襲化に進化した (図 1)^{2,3)}。

しかし、現在の 25G や 23G システムでは創口の自己閉鎖を得るためにはトロカールを斜めに刺入しなければならず、そうしたところで徹底した周辺部硝子体切除を行った症例、もしくは強度近視や小児などのような強膜が柔らかくて薄い症例では、結局のところ創口の自己閉鎖が得られずに縫合を加

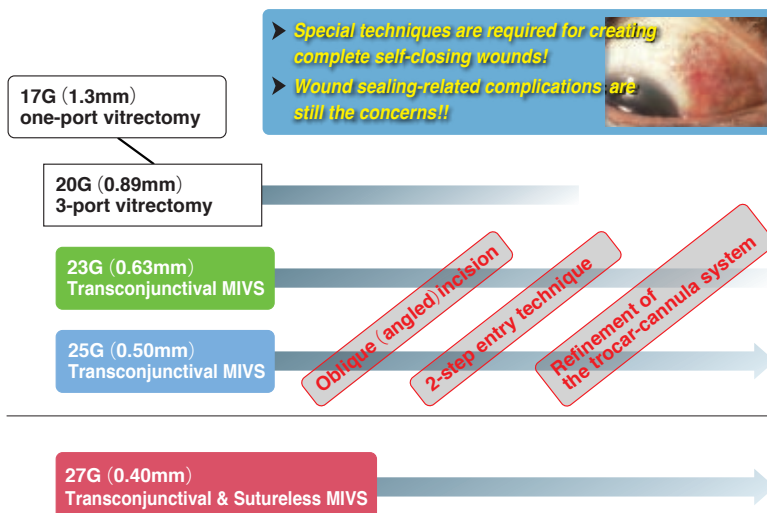
えなければならず、創口閉鎖に関連の合併症が未だ散見される状況にある⁴⁾。そもそも斜方向の刺入は、きれいな創口構築を維持する観点からすれば、術中の器具操作の方向性に制限を加えなければならず、それに反する手術操作はかえって創口の自己閉鎖性を損ねる矛盾を孕んでいる。MIVS を真に手術の 3 原則に寄与する術式として確立するためには、特別な手技を要せずとも万人が簡単に (simplicity) 創口作成ができ、かつ確実に (safety) 無縫合で自己閉鎖できるエレガントな (quality) 手術を可能とするさらに小さいゲージの手術システムの開発が必要であるという考えに至った。われわれは昔から硝子体術後の眼内の出血洗浄や空気置換などの処置には、ベッドサイドで 27G 針を付けたシリンジを用いてよく行ってきたが、27G 針を直視下で眼内に刺入して行ってきたこれらの処置では、その後に創口の閉鎖不全に関連した合併症を経験したことはない。つまり、27G こそが簡単な操作でも確実な創口の自己閉鎖が得られる最大サイズであり、これ以下のサイズにゲージ数を減らすこともなければ、逆にこれより大きなサイズでは現状のような 25G や 23G の問題点を常に懸念しなければならないことが経験則から簡単に理解できる。

2007 年当初、この 27G の開発は周囲には一見して無謀な発想のように思われもしたが、われわれにはこのシステムの将来性を当時から確信していた。というのは、あらゆる分野の手術において、創口の細小化は普遍的摂理であり、硝子体

手術システムに関して言えば、ダウンサイジングに必要な不可欠な眼内照明の照度と硝子体切除効率の 2 つの問題点のうち、前者は当時のキセノン光源装置の開発によっていとも簡単に解決出来たからである。われわれはシナジェティックス社と共同して 27G のシャンデリア照明ファイバーの開発に成功したとほぼ同時期に、エッカード先生は DORC 社と 27G ツインライトシャンデリア照明ファイバーの開発を発表され、世の中に同じことを考えているグループが他にもいることで、われわれは 27G システムの可能性をさらに確信することができた^{5,6)}。そこで残された最大の難関が硝子体カッターの開発である。当時から高速回転や異なる駆動方式の硝子体カッターの開発が各社で進んでいたもので、いずれ近い将来には必ず 27G でも十分な切除効率を有する

図 1 硝子体手術の変遷

CAN WE DEVELOP A NEW PLATFORM?

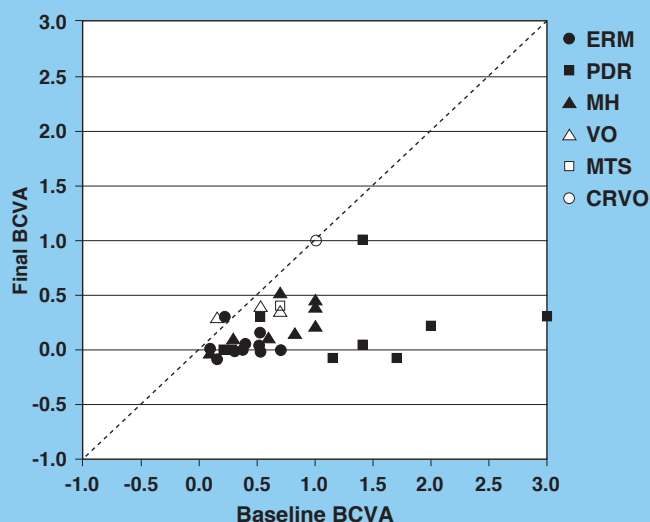
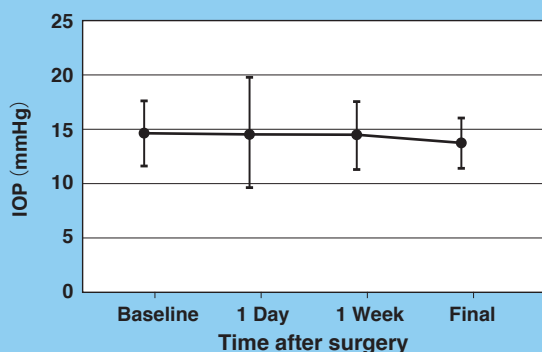


カッターが開発できる時代が来ると確信しながらも、当時にそれを理解してくれる共同開発者がいなければこの先には進めない。私は2007年にニューオリンズで開催されたアメリカ眼科学会（American Academy of Ophthalmology）年次総会の機械展示会場で27G硝子体カッターの製作に協力して

くれる企業を探し回ったところ、DORC 社が唯一このシステムの開発に関心を抱いてくれて、それから5年の共同開発の歳月を経て、今日ようやくここに27G硝子体手術を紹介できるように至った。

図2 27GシステムによるMIVS施行後における眼圧等の推移

Favorable preliminary outcomes of 27-ga vitrectomy



- ✓ No eyes required transition to larger gauge instruments during surgery.
- ✓ All sclerotomies self-sealed at the end of surgery without hypotony throughout the postoperative follow-up.
- ✓ The mean operating time was 34.3±18.8 (range, 10-88) minutes.
- ✓ Anatomic success was achieved in all 31 study eyes (100%), including 20 eyes (65%) with a visual improvement exceeding 0.3 logMAR unit.

A 27-Gauge Instrument System for Transconjunctival Sutureless Microincision Vitrectomy Surgery

Yusuke Oshima, MD,² Taka Wakabayashi, MD,² Tatsuhiko Sato, MD,¹ Masahito Ochi, MD,² Yaras Tano, MD^{1,2}

Objective: To evaluate the efficiency, preliminary safety, and feasibility of a 27-gauge instrument system for transconjunctival microincision vitrectomy surgery (MIVS) in a variety of vitreoretinal diseases.

Design: Experimental, interventional case series.

Participants: Thirty-one eyes (31 patients) underwent a variety of vitreoretinal procedures using the 27-gauge transconjunctival MIVS system to treat epiretinal membrane (n = 10), idiopathic macular holes (n = 7), diabetic vitreous hemorrhage (n = 5), vitreous opacity with suspicion of intraocular lymphoma (n = 4), focal diabetic traction retinal detachment (n = 3), macular traction syndrome (n = 1), and macular edema secondary to central retinal vein occlusion (n = 1).

Methods: We developed a 27-gauge instrument system that includes an infusion line, a high-speed vitreous cutter, an illumination system, and a variety of vitreoretinal instruments, such as membrane forceps and sharp-tipped endophotocoagulation probes. The duty cycle of the 27- and 25-gauge cutters was measured for several cut rates using a high-speed imaging camera. Infusion and aspiration rates were measured using balanced saline solution (BSS) and porcine vitreous with different aspiration levels. Surgical outcomes, including anatomic success, visual outcomes, operating times, and intraoperative and postoperative complications, were evaluated.

Main Outcome Measures: Duty cycle of cutters, infusion and aspiration rates, and surgical results of 27-gauge vitrectomy.

Results: Although the infusion and aspiration rates of the 27-gauge system measured in BSS were reduced to an average of 62% and 60%, respectively, compared with those of the 25-gauge system, the duty cycle of the 27-gauge cutter, 61% at 1000 cpm and 30% at 1500 cpm, was equal to or better than those of the 25-gauge cutter (62% and 29%, respectively). Analysis of the fluid dynamics showed that vented gas-forced infusion can be set to range from 20 to 30 mmHg to control intraocular pressure (IOP) during 27-gauge vitrectomy. Anatomic success was achieved in all study eyes (100%); 20 eyes (65%) had visual improvement of 3 lines or more. No eyes required conversion to larger gauge instrument. All sclerotomies self-sealed without hypotony (IOP > 7 mmHg from 1 day postoperatively).

Conclusions: Although the fluid dynamics and cutting efficiency of 27-gauge instruments are lower compared with 25-gauge MIVS, the 27-gauge system is feasible and may reduce concerns about wound sealing-related complications in selected cases.

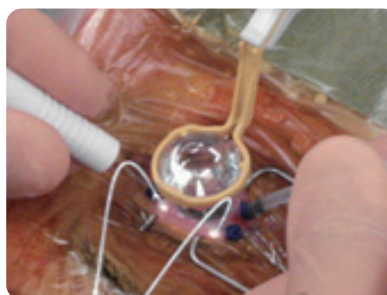
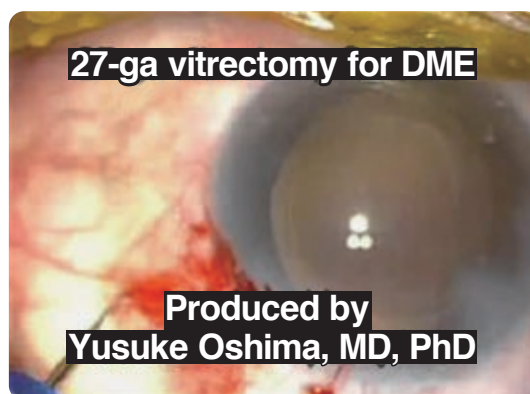
Financial Disclosure: Proprietary or commercial disclosure may be found after the references. Ophthalmology 2010;117:83-92 © 2010 by the American Academy of Ophthalmology.



Recent establishment of transconjunctival microincision vitrectomy surgery (MIVS) with 25- or 23-gauge instrumentation has provided potential advantages over traditional 20-gauge surgery, including faster wound healing, less conjunctival scarring, decreased operating time, elimination of instrumentation, improved patient comfort, and less postoperative inflammation with early visual recovery.¹⁻⁴ These advantages are attributed to a self-sealing sclerotomy that obviates the need for conjunctival peritomy and suturing. However, wound sealing-related complications, such as hypotony, choroidal detachment, and an increasingly higher

incidence of bacterial contamination or postoperative endophthalmitis, are critical concerns accompanying the use of self-sealing incisions for MIVS.⁵⁻¹⁰ Changing the insertion technique from 1- to 2-step entry⁶ or from vertical to angled insertion^{7,10} may facilitate the efficiency of self-sealing, but it is not always beneficial in every case, especially in young or myopic eyes with thin sclera and liquefied vitreous gel or in fluid-filled eyes after vitrectomy with extensive removal of peripheral vitreous.¹⁰⁻¹²

Before the introduction of 25- or 23-gauge MIVS, much smaller-gauge instrumentation had been used for postoperative



(文献7より引用)

27G 硝子体手術の現状

さて、今の DORC 社の 27G システムで何が出来るのか？端的に言えば、今回市販されるようになった基本パッケージに含まれているクロージャバルブ付きのワンステップ方式のトロカール・カニューラ、メンブレンセッシ、硝子体カッターおよび広角照明用ライトガイドを用いれば、黄斑手術全般、そして糖尿病網膜症などに起因した単純硝子体出血を先ず難なく 27G で処理することが出来る。器具のバリエーションに関して言えば、すでに裂孔原性網膜剥離や増殖糖尿病網膜症の膜処理に必要なジアテルミー、バックフラッシュニードル、セッシ、ピック型剪刀やカーブ型の眼内レーザープローブ、そして網膜下出血の処理に必要な先端が 41G の網膜下注入カニューラまで 27G で開発が完了している。演者自身は、学内倫理委員会の承認を経て、実際にこれらの器具を使って手術適応の拡大に向けて様々な症例に対する臨床試験を行っている。

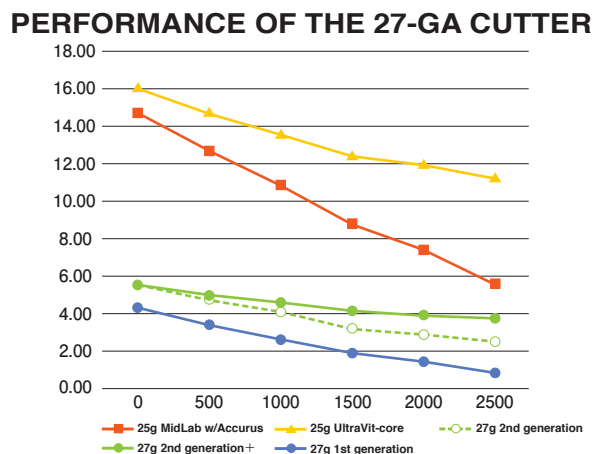
当院で 27G システムにより MIVS を施行した黄斑円孔、黄斑上膜や硝子体出血などを含めた連続 31 症例のパイロットスタディの結果では、27G システムで手術を完遂できなかった症例がなく、垂直刺入によって作成した強膜創は全例とも自己閉鎖し、術翌日より安定した眼圧コントロールが得られた（図 2）⁷⁾。なお、この臨床研究で用いた第一世代の 27G 硝子体カッターは当時の A 社の 1500 回転の 25G 硝子体カッターの約 60% の切除効率しかないが、それでも手術の所要時間は従来の 25G に比較して平均で 10 分程度長いだけの結果に留まっており、硝子体切除には時間を要する反面、27G 強膜創の自己閉鎖性の向上が術終了時の操作時間の短縮に寄与したと思われる。

手術器具の改良と適応拡大の可能性

現在市販中の第一世代の 27G 硝子体カッターは、黄斑疾患や硝子体が液化してゲルとしての切除量が少ない単純硝子体出血などの疾患に適応していたが、本年内にバージョンアップする予定の第二世代の 27G 硝子体カッターは、その切除効率が第一世代の約 3 倍に向上し、現在の A 社の 2500 回転カッターの約 70% の効率まで達しているの、裂孔原性網膜剥離などの硝子体切除効率が手術時間に直結するような症例にも今後適応を拡大していくことが可能となった（図 3）。

増殖糖尿病網膜症に関して言えば、これまでの 23G や 25G 以上に 27G が有用と思われる。第一に、23G や 25G で見られるような創口の閉鎖不全に起因する低眼圧やそれに続発する再出血の懸念は 27G には限りなく可能性が少ない。次に、増殖糖尿病網膜症では硝子体ゲルの液化がすでに進んで、膜処理が中心となる症例も少なくないので、27G での硝子体切除にはさほどの時間がかからない。最後に重要なポイントとし

図 3 硝子体カッターの切除効率



て強調したいのは、これまでの 23G や 25G システムで提唱してきた膜処理に際しての硝子体カッターの有用性は 27G でのアドバンテージがさらに高くなることである。個人的には 27G 硝子体カッターは 23G や 25G 以上に増殖膜と網膜の間隙に入れやすい印象があり、セッシや剪刀を用いる頻度がさらに減るのみならず、両手法で行ってきた膜処理の操作を 27G であれば一手法で攻略できる場面も少なくない（図 4）。

27G システムで硝子体カッターの効率以外にもう一つ懸念されることは器具の脆弱性であろう。確かに、23G ユーザーが一足飛びで 25G をスキップして 27G に飛びつくのは、かつての 20G から 25G にいきなり移行した際の感触に似ているであろう。しかし、現在の殆どの MIVS のボリウムサーजनは既に広角観察システムやシャンデリア式の眼内照明を導入されているので、眼球をあまり動かすことなく手術することが出来れば、器具の脆弱性が問題になることはほとんどない。実際には、強膜圧迫による周辺部硝子体切除の操作も従来のプリズムレンズであっても難なく行うことは可能である（図 5）。少なくとも 25G システムに既に慣れている術者であれば、適応を選択しながら使用経験を重ねることで、27G システムの導入は 20G から 25G に移行する時以上に容易であり、27G でよ

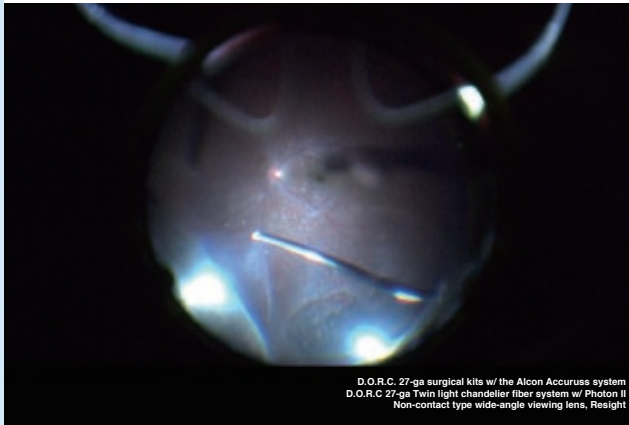
図 4

27ga-diabetic vitrectomy



図 5

27ga-vitreotomy for RRD



リコリティーの高い手術の仕上がりを期待することができるし、今後の手術器具の改良に伴い操作性はさらに向上すると思われる。

将来の展望と日本人術者への期待

近年の硝子体手術の進化のもう一つの方向として、硝子体や膜組織を染色して可視化する chromo-vitreotomy、病態の鎮静化に薬物を併用した pharma-vitreotomy、そして、近い将来には microplasimin などの酵素による後部硝子体剥離の促進や硝子体ゲルそのものの溶解処理を経て行う chemical vitrectomy への進化が考えられる。酵素処理により硝子体の粘性を減らしてから行う近未来の硝子体手術には、もはや今のような大きいゲージの硝子体カッターが要らなくなり、25G や 27G システムが硝子体手術機械の開発とともにさらに普及することが予想される。最近の米国の網膜硝子体学会 (American Society of Retinal Specialists: ASRS) でのアンケート結果 (PAT survey 2011) でも 27G に対する関心が増えていることが伺える (図 6)。

MIVS は今や極小切開白内障手術の発展の歴史と同じ道を辿っており、25G システムが試行錯誤を経て今のように定着してきたように、27G システムも少しずつであるが今後の硝子体手術機械の進化と共に普及が進むと思われる。とりわけ、日本人は総じて手先が器用で、眼科に限らず、様々な手術分野において、新しい手術器具の開発と技術の革新を成し遂げてきた。高い技術をもった日本の硝子体サージャンが、様々な疾患に対して 27G システムの使用経験を重ねることで今以上に新しいアイデアとノウハウを皆で共有しつつ、27G システムの改良と普及が今後さらに進展することを期待してやまない。

図 6 米国における27Gシステムに関するアンケート調査結果

Much smaller would be much better!

Currently, almost near to 60% of the surgeons may think to try the 27-gauge system at least once! (PAT survey 2011)

50. Currently the only small gauge instrumentation options are 23 gauge and 25 gauge. If there were a 27 gauge option available, in what percentage of your surgical procedures would you expect to use 27 gauge? [Select one answer only]

A. 0%, I do not perform any small gauge surgery	12	3.58%	☐
B. 0%, but for other reasons	127	37.91%	☐
C. 1-15%	128	38.21%	☐
D. 16-30%	44	13.13%	☐
E. 31-50%	11	3.28%	☐
F. 51%>	13	3.88%	☐
Question N Value:	335		

58.51%

参考文献

- 1) Machemer R, Buettner H, Norton EW, Parel JM. Vitrectomy: a pars plana approach. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1971; 75: 813-820.
- 2) Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, et al. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery Ophthalmology 2002; 109: 1807-1812.
- 3) Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. Retina 2005; 25: 208-211.
- 4) Recchia FM, Scott IU, Brown GC, et al. Small-gauge pars plana vitrectomy: a report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology 2010; 117: 1851-1857.
- 5) Oshima Y, Awh CC, Tano Y. Self-retaining 27-gauge transconjunctival chandelier endoillumination for panoramic viewing during vitreous surgery. Am J Ophthalmol 2007; 143: 166-167.
- 6) Eckardt C, Eckert T, Eckardt U. 27-gauge Twinlight chandelier illumination system for bimanual transconjunctival vitrectomy. Retina 2008; 28: 518-519.
- 7) Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, Ohji M, Tano Y. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. Ophthalmology 2010; 117: 93-102.

Microinvasive Transconjunctival Vitrectomy

-Small is Beautiful?!

Dr. Gabor B. Scharioth (Aurelios Augenzentrum in Recklinghausen, Germany/University of Szeged, Hungary)



硝子体手術の 90%以上は MIVS

「Small is beautiful」は全ての外科手術に当てはまる普遍的な摂理だと思われる。白内障手術の分野においては、水晶体嚢内摘出術から嚢外摘出術、そして超音波小切開手術へと進展し、現在ではさらに極小切開、いわゆる MICS (microincision cataract surgery) と呼ばれる術式へと変遷を重ねてきている。そして、硝子体手術の領域においても今や同様の進化が行われている。かつては、20G (0.89 mm) の手術器具による硝子体手術が標準の術式であったが、2000 年代に入ると経結膜的にアプローチする 25G (0.5mm) や 23G (0.69mm) の硝子体手術システムが次々と発表されるようになった。しかし、当時は、手術器具の剛性に課題があり、MIVS の適応は飛蚊症、単純硝子体出血などの単純硝子体手術に限られていたが、私は当時より近い将来には必ず MIVS の特性を生かせるような手術機械や器具が開発されるとの確信があったため、DORC 社製の 25G システムで経結膜的小切開硝子体手術 (microincision vitrectomy surgery : MIVS) を使い続けてきた。案の定、それ以来の様々な手術機械や器具の改良が重ねられてきた結果、MIVS の手術適応が拡大され、個人的には最近では約 9 割以上の硝子体手術を MIVS にて施行している。

27G システムにおける手術器具のメリット — 垂直刺入と無縫合

今回、DORC 社は新たに 27G 硝子体手術システムを完成した。これは他社に類を見ない世界にさきがけた究極の MIVS である。さて、この 27G 硝子体手術システムはどのようなアイテムで構成されているかについて概観してみよう。まず、眼内照明については、プロトタイプと最近に最終版として改良されたファイバースコープを比較してみると、光量はもちろんのこと、照射角 (すなわち、照射範囲) が大きく、広角観察システム下でも十分な照射野を確保できていることがわかる (図 1)。27G ツインライトシャンデリアは皆さんのご存知の通り、双手法手術には大変便利なアイテムである。硝子体カッターは、ポートの開口部がより小さくなることで、切除効率はやや低下した反面、急速な吸引による硝子体牽引が少なくなる分だけ、より正確にゲル切除できるようになった

と感じている。

27G のトロカール・カニューラは 23G や 25G のスタイルを踏襲してクロージャーバルブが備わっており、サイズが 27G と細いうえ、ノーズの長いシャープな先端デザインにより、眼内への刺入が同社の 25G や 23G に比べてさらに格段スムーズになった (図 2)。刺入方法は、導入当初ではつつい従来癖で斜めに刺入していたが、現在では全例とも垂直にトロカール・カニューラを刺入しており、27G ではそれによる術直後の閉鎖不全を経験したことがない。また、ゲージの縮小とクロージャーバルブのお蔭で眼内の灌流量の制御が容易であり、術中に低眼圧を招くおそれが少ない点も眼球に優しい手術システムであると言える。27G なら無縫合でも創口の自己閉鎖が簡単に得られるので、手術終了時の手間が少なくなり、手術時間の短縮に寄与するメリットもある。

また、27G のメンブレンセッシは把持面が意外と広い (図 3)。DORC 社の初期の 25G メンブレンセッシは把持面が小さく、把持した膜がちぎれやすいという問題があったが、27G のメンブレンセッシは現在の改良型の 25G セッシのデザインをそのまま踏襲しているので、25G セッシを使用してきた術者は円滑に 27G へ移行できると思われる。一方で、25G よりもシャフトの

図 1 ファイバースコープの第一世代(上)と新世代(下)

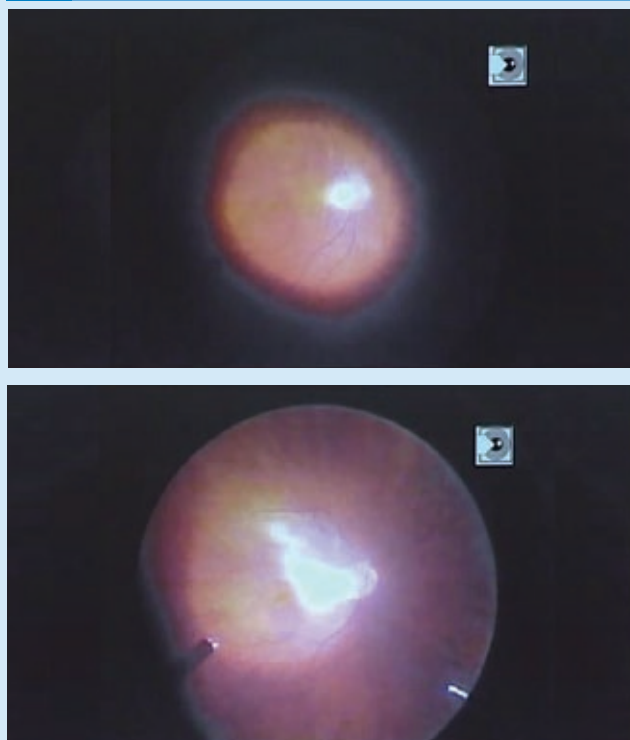


図2 クロージャーバルブ付カニューラ(DORC社)



剛性の高い23Gのセッシンを使用していた術者は、27Gに慣れるまでには若干時間を要する可能性があると思われる。

27Gシステムの適応疾患 —黄斑疾患から網膜剥離や増殖糖尿病網膜症まで—

27GシステムによるMIVSの適応は、単純な硝子体混濁から、網膜前膜や黄斑円孔などの黄斑疾患に続いて、今は網膜剥離および増殖糖尿病網膜症まで広がっている。その理由は、27Gの眼内レーザープローブ（DORC社、国内未承認）が完成されたことが大きい。これによって、術中の周辺部裂孔に対する光凝固や周辺部網膜までの汎網膜光凝固が可能となった。個人的にはこれまで数カ所の網膜裂孔を伴う網膜剥離の症例を27Gシステムで行った経験があり、27Gの眼内レーザープローブでも網膜周辺部まで到達して裂孔周囲の網膜光凝固が難なく出来たので、多くの術者が懸念している27G器具の剛性に問題はないと考えている。

27Gシステムによる糖尿病網膜症に対するMIVSでは、25Gや23Gよりさらに硝子体カッターの開口部を網膜の表面まで近づけても、網膜を損なうことなく増殖膜を切除できるため、膜処理に多種類の器具を必要とする20Gに比べて、器具の変更回数が減り、27G硝子体カッターだけで膜処理できる症例が少なくない。

DORC社の27Gの眼内照明系と言えば、ツインライトシャンデリア照明ファイバーだが、新たに強膜に刺し込みしやすいようにインサーターが開発された。中心が空洞になっているインサーターを挿入した後に、インサーターの溝に沿って照明ファイバーを挿入することで、刺入口を見失うというリスクが軽減された。27Gツインライトシャンデリア照明を用いると、双手法による手術操作が可能となり、左手の27Gのセッシンで増殖膜を把持しながら、右手に持ったピックで網膜が裂けないように増殖膜を円滑にさばくことができ、不用意な網膜裂孔の形成を予防することができる。今の27Gシステムでは、様々な高度な技術を必要とする網膜疾患でも対応で

図3 27Gのメンブレンセッシン(DORC社)



きると考えている。

27GシステムによるMIVSの限界としては、シリコンオイル注入の操作が挙げられる。シリコンオイル注入には一つのポートを23Gもしくは25Gに拡大しなければならない。また、経毛様体扁平的に落下水晶体を摘出することも27G硝子体カッターの限界である。この場合は、パーフルオロカーボンを使用して水晶体を虹彩近くまで浮かせて、前方から水晶体切除術を行うことが一つのオプションとなろう。これ以外に、外傷や眼内異物除去に対する手術では、多くの場合、ハイブリッド手術を選択することが求められる。一方、若年者や強度近視などのような強膜が通常より薄い症例は、自己閉鎖が確実な27Gシステムの方がむしろ非常に良い適応であると考えている。

27Gシステムへの期待

27GシステムによるMIVSのアドバンテージには、創口が小さく低侵襲であること、後日の緑内障手術に対応可能であること、術後の回復が早く、そして、患者の眼球表面の刺激や自覚症状が少ないことが挙げられる。さらに、眼内灌流量が少ないことは、網膜への悪い影響が少なく、白内障も誘発しにくいのではないかとと思われる。白内障手術との同時手術では、2.2mm以下の角膜切開によるMICSと27Gシステムの組み合わせがベストチョイスと思われる。

次世代の27Gシステムでは、高性能な硝子体カッターと剛性の高い手術器具の登場が期待できる。また、LEDなどの新しい光源や照明角度を任意に調整できるライトガイドの開発も進んでいる。

私自身のこれまでの硝子体手術の標準術式は25Gシステムが中心であったが、新たなオプションとして加わった27GシステムによるMIVSの適応が日々広がっており、今後の展開が非常に楽しみである。

27Gシステムの使用経験

王 英泰 先生 (兵庫県立尼崎病院眼科 科長)



創口の縮小化と無縫合

小切開硝子体手術 (microincision vitrectomy surgery : MIVS) においては手術器具が 20G から 23G、23G から 25G と移行しており、移行に際しては各施設で様々な工夫やマネジメントが行われていると考えられる。今回 27G システムを使用する経験を得たので、①創口作成と閉鎖、②器具の剛性・操作性、③症例の供覧の 3 ポイントについて解説したい。

まず創口については大島先生のアドバイスに基づき、27G のトロカールを垂直に刺入して作成した。当院では従来 DORC 社の 23G や 25G システムの使用実績があるが、27G でも同様にスムーズに刺入することが出来ている。抜去時は 25G システム使用時と同じように、27G のカニューラ抜去後は創口を綿棒で圧迫して自己閉鎖を確認した。手術翌日の創口は弱拡大画像では確認できず、強拡大画像においても判別困難であった。結膜充血を認める症例では、強拡大で怒張血管の小さな湾曲部と同程度の幅に創口が観察されるのみであった。今回十数例に対して 27G システムによる MIVS を施行したが、縫合に至ったのは無硝子体眼の黄斑円孔症例の 1 例にとどまった。

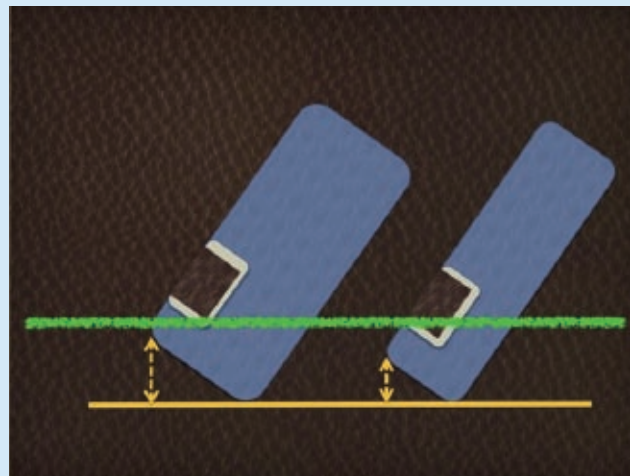
このように 27G のトロカール・カニューレは刺入が既存システムと同様にスムーズで、創口が微小であるため垂直刺入でもほとんどの症例で無縫合が可能であった。なお、無硝子体眼では斜め切開で創口作成する必要があると考えられた。

器具の剛性と操作性

27G システムの手術器具の特徴について検討した。

硝子体カッターを当院で通常使用している 25G と比較したところ、27G の方が 2～3mm 程度短いため剛性はより高い印象である。ライトパイプの長さも 20G の 1/2 程度であり、キセノン光源のブライトスター (DORC 社) を使用しているため、剛性および明るさはともに問題ないとする。硝子体カッターの先端部から開口部までの長さは 27G、25G ともに同程度であるが、膜処理などでは一般的にカッターを垂直ではなく斜めにしてアプローチする場面が殆どであるため、実際は図 1 のように 27G の方がより増殖膜の下に潜り込めるというメリットがあると考えられた。Core vitrectomy 施行

図 1 25Gと27Gの硝子体カッターの先端部



時は、硝子体カッターの吸引効率が若干低いため、回転数を 25G システムよりも低い 1,000rpm に設定して行った。

スモールゲージの手術器具を使用する際に注意すべきことのひとつに低灌流があるが、27G システムにおいてもインフュージョンポートを確実に眼内に挿入し、カニューラ周辺の硝子体をしっかり郭清すれば特に目立ったトラブルは発生しにくいと考える。

ディスポーザブルタイプの 27G 鉗子 (DORC 社) については、把持面の幅が当院で従来使用している 25G 鉗子と同じくらいであり、把持しやすさは同程度と考えられた。また鉗子表面はサンドブラストによる防眩加工が施されており、照明の照り返しが抑えられていて視認性に優れている。

以上のように、27G の硝子体カッターおよびライトパイプの剛性は不自由さを感じることなく使用できるレベルに達しており、鉗子については若干繊細性に慣れる必要があるが、それでも 10 例程度の経験で十分習得可能であるとする。灌流低下防止のためには灌流ポート付近の硝子体を早期に郭清することが重要と考えられる。

症例紹介

— PVD 作成と ILM 剥離に適した 27G システム

27G システムによって MIVS を施行した症例を紹介する。

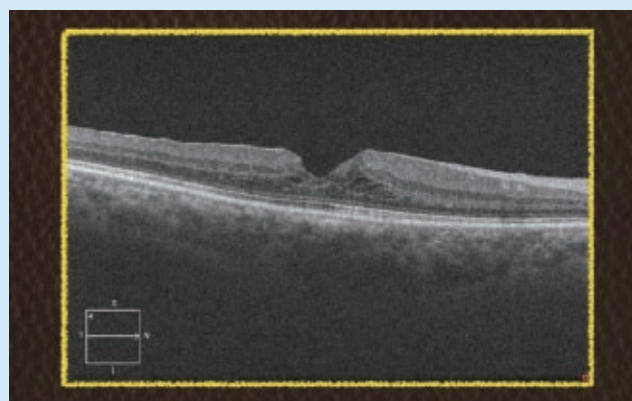
黄斑偽円孔で後部硝子体皮質の網膜分離が生じてヒトデ状に膜が張っている症例において、PVD (後部硝子体剥離) を作成した。硝子体カッターの剛性に問題はなく、25G システ

ム使用時と同様に作成することが出来た。本症例では耳側にまだPVDが生じていなかったが、邪魔となる部分を硝子体カッターで予め切除した後にピンポイントで硝子体が未剥離の箇所にカッターを当てることで円滑にPVDを完成させることができた。またトリウムシノロンで後部硝子体皮質を描出後に、硝子体カッターにて鉗子とほぼ同じ要領で黄斑上膜を処理することができ、最後は吸引で除去もできることなどから、27Gカッターの優れた操作性を実感することが出来た。本症例の術後1カ月の状態は図2の通りである。

次に高度近視で眼軸長が30mmあり、網膜分離が起こっている症例で、上方に膜も認められた症例では、BBG（プリリアントグリーンG）注入後に、硝子体カッターでディスクの直上まで問題なくアプローチすることができ、染色後のBBGをゆっくり吸引することが出来た。ILM（内境界膜）の剥離においてはILMが細かく裂けていたが、これは鉗子の把持力の影響というよりも、高度近視例のILMが非常に脆いことが原因と考えられ、最終的にILMは完全に剥離除去することが出来た。

最後に網膜下血腫症例では、網膜下注入針の最小ゲージは25Gであるため、25Gおよび27Gシステムを組み合わせたハイブリッド手術を行う。実際には27Gシステムにて硝子体処理後、

図2 27GシステムによるMIVS施行後1カ月の症例（黄斑偽円孔）



注入予定部位のカニューラのみを抜去跡に25Gの網膜下注入針を直接刺入することでスムーズに手技を遂行出来た。

このように、27Gの硝子体カッターはPVD作成や黄斑部における繊細な操作にも優れ、ライトパイプはキセノン光源を接続することで十分な光量が確保出来ている。鉗子は繊細性に慣れれば操作性や把持力自体には問題がなく、27GシステムによるMIVSは現時点でも十分可能で、今後のさらなる発展も期待出来る斬新な硝子体手術システムであると考えた。

Lecture 4

27Gシステムへの期待

大澤 俊介 先生（岡波総合病院眼科 医長）



27Gシステムの第一印象

27Gシステムの使用経験から、「first impression」「experience of 27G」「expectation of 27G」についてお話しする。

27Gの硝子体カッターの第一印象は細くて短いというものだったが、実際にはシャフトの長さは25Gと同程度で、剛性は若干低いという印象であった。硝子体郭清時の切除効率については、硝子体カッターの回転数を2,500cpmにした場合は吸引が遅いと感じたが、1,000 cpmに変更するとスムーズに吸引された。

黄斑疾患・硝子体出血における使用経験

今回、私が27Gシステムによる小切開硝子体手術（microincision vitrectomy surgery：MIVS）を施行したのは15症例程度で、

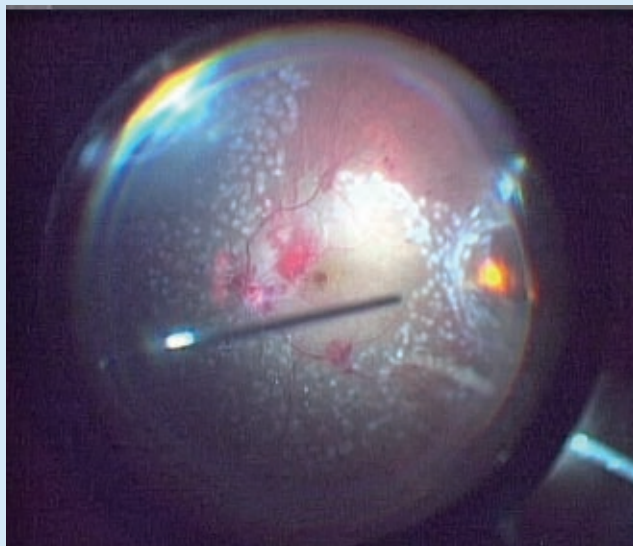
黄斑疾患症例から硝子体出血で眼内レーザーを使用する症例まで施行することができたため、今後はさらに難度の高い症例へ適応を広げたいと考える。

27Gシステムの使用に際しては、トロカール・カニューラを当初斜めに刺入していたが、現在では垂直に刺入してもリークがないことを確認している。

硝子体切除においては、硝子体カッターの回転数を1,000 cpmに設定して行ったが、アキュラス（Alcon社）での25G・2,500cpm設定と比較して許容範囲内の切除効率を得られる印象があり、牽引が少ないという点で安全な方法であると考えられる。周辺部をワイドアングルビューイングシステム下で確認しながら圧迫しても、硝子体カッターの剛性には全く問題がなく、MIVSの新しい手術器具として適切に使用できた。

黄斑疾患症例に対して硝子体切除に要した平均時間を比較した研究では、27Gシステム（DORC社）の1,000～1,500cpmで施行した症例（10例）は、コンステレーションビジョンシ

図1 27G シングルシャンデリア



システム（Alcon 社）の 25G・5,000cpm で施行した症例（10 例）の約 1.6 倍、アキュラス（Alcon 社）の 25G・2,500cpm で施行した症例（10 例）の約 1.44 倍程度であり、27G システム使用時の手術時間は許容範囲内と考えられた。

固視微動の多い症例において 27G システムを使用して黄斑上膜をピーリングした際、特に気付いたことは、従来は器具の剛性に頼って眼球固定していたということである。27G システムは 25G よりシャフトが柔軟であるため、使用時は十分に麻酔を行うことが大切である。

27G の鉗子は硝子体カッターに比べてしなりやすく、柔らかいと感じられるため、使いこなすまでは慣れが必要であろう。しかし、把持力は十分にあり、粘度の高い膜であっても 25G と遜色なく操作でき、シャフトがしなやかであるからこそ、一度把持した膜は切断されずに操作できるという利点がある。したがって、27G の鉗子は通常の硝子体手術における増殖膜の剥離操作において十分に機能すると考える。

眼内照明システムについては、通常、27G シングルシャンデリア（図1）を使用しており、十分な光量が得られるため術野は明るい。ワイドアングルビューイング下でのレーザー照射が可能であり、DORC 社のレーザープローブ（国内未発売）は円滑に焼灼でき優れている。

27G システムは主に 4 ポートで使用しており、カニユーラにはクロージャールブがついているため、容易にシングルシャンデリアファイバーを入れ替えることができ、必要に応じてどの方向からでも照明を当てることが可能である。

また、硝子体カッターによって、バックフラッシュニードル使用時のように丁寧に出血を吸引することができ、黄斑上の出血も除去可能であった。さらに、鉗子が柔らかくてしなやかなため、DDS（ダイヤモンドダストスーパード）のような使い方が可能であり、網膜を軽くこする程度では痛めることがない。

以上の使用経験から、今後は 27G システムによる MIVS を、網膜剥離や proliferative cases へ応用していきたいと考えている。

図2 硝子体吸引流量の計算式と改善策

*硝子体カッター内の硝子体吸引流量の法則

$$Q = \pi r^4 p t / 8 \mu l$$

硝子体吸引流量: Q

動粘性係数: μ

Duty cycle を保った
High cut rate

管内を流れる液体の流量: Q 管の半径: r 長さ: l 圧差: p 時間: t 動粘性係数: μ

27G システムへの期待 —器具改良によるMIVSのさらなる低侵襲化

27G システムに今後期待したいことは、硝子体カッターの吸引効率の向上である。硝子体カッター内の硝子体吸引流量は、「 $Q = \pi r^4 p t / 8 \mu l$ 」という計算式で求めることができ、硝子体吸引流量（ Q ）を上昇させるためには、管の半径（ r ）を大きくするか、粘稠度を示す動粘性係数（ μ ）を小さくすることが必要である（図2）。27G の硝子体カッターはシャフトの内径（ r ）が小さく、動粘性係数（ μ ）を小さくすることは難しいので、硝子体吸引流量（ Q ）が少なくなる。したがって、硝子体カッターについて duty cycle を維持した高速回転対応の機能を発揮できるものに改良されれば、27G システムでもバランスのとれた硝子体切除が可能になると考える。

27G システムは MIVS の低侵襲化を促す可能性があり、器具の brush up とさらなる innovation を今後も継続することで、十分 25G にとってかわるシステムになることが期待できる。

参考文献

- 1) Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, Ohji M, Tano Y. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. Ophthalmology 2010; 117: 93-102.
- 2) Dugel PU, Buboltz D. New parameters in vitreoretinal surgery. Retina Today October 2011; 83-88.

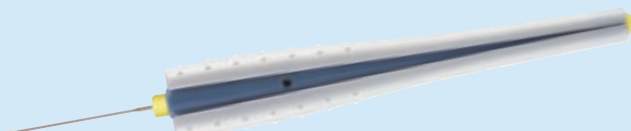
低侵襲硝子体手術のための新しいスモールゲージ 27G Vitrectomy System

硝子体カッター



AU-2267NMD-04/AU-2267NMD04S
ディスポ 硝子体カッター
 27G(0.4mm)
 カットレート最高2500c/m
 1本入/6本入
 認証番号:223AGBZX00086000

ILM鉗子



AU-1286WD-04/AU-1286WD-04S
ディスポ エッカード氏 ILM鉗子
(エンドグリップ)
 27G(0.4mm) 1本入/5本入
 認証番号:222AGBZX00153000

トロカールシステム



AU-1272ED2-04/AU-1272ED204S
ディスポ
27Gワンステップカニューレシステム
 1セット/5セット
 承認番号:22300BZX00291000

構成内容

- ワンステップカニューレスタイレット3本
- 器具用カニューレ3個
- クロージャールバルブ3個
- インフュージョンチューブ1本

ファイバースコープ



AU-3269B-04-6
ディスポ トータルビュー
ファイバースコープ
 27G(0.4mm)6本入
 届出番号:27B1X000013P9B04

シャンデリア



AU-3269MBD27S
ディスポ エッカード氏
ツインライトシャンデリア
 27G(0.4mm)6本入
 承認番号:22300BZX00318000



AU-3269A27S
ディスポ
ワンポートシャンデリア
 27G(0.4mm)6本入
 承認番号:22300BZX00318000



アールイーメディカル株式会社
R E MEDICAL, INC.

本社:〒540-0011 大阪市中央区農人橋2-1-29
東京営業所:〒113-0034 東京都文京区湯島3-19-11 湯島ファーストビル
名古屋営業所:〒465-0092 愛知県名古屋市名東区社台2-128 パティーナ社台
福岡営業所:〒812-0014 福岡市博多区比恵町11-7 ニューいわきビル

www.re-medical.co.jp

TEL.(06)4794-8220(代) FAX.(06)4794-8222
TEL.(03)5816-1480(代) FAX.(03)5816-1483
TEL.(052)760-3955(代) FAX.(052)760-3956
TEL.(092)437-5180(代) FAX.(092)437-5181

●医療機器をご使用の際は、事前に必ず添付文書を読み、使用上の注意等を守って正しくご使用ください。