

**Abstract**

We report two cases of anterior ischemic optic neuropathy in whom tissue blood flow at the disc rim was correlated with the visual field defect. Tissue blood flow of each eye was evaluated with Heidelberg retina flowmeter. Both cases experienced acute visual loss and an altitudinal hemianopsia associated with optic disc edema in the affected eye. In each case, the tissue blood flow at the affected (upper or lower half) disc rim corresponding to visual field deficit was reduced compared with that at the opposite-sided half disc rim in the affected eye and with the corresponding area in the fellow eye. The reduction of blood flow in the affected half disc rim associated with the visual field defect demonstrated that retina flowmetry can detect differences in tissue blood flow between superior and inferior sectional disc rim areas as well as between eyes noninvasively.

**Key words:** AION, Ocular blood flow, Visual field defect, Scanning laser Doppler flowmeter

## Introduction

Anterior ischemic optic neuropathy (AION) begins with acute visual disturbances and optic disc edema. Fluorescein angiography shows some segmental delay or optic disc staining in the area corresponding with the visual field defect. Later, the affected segment of optic disc becomes atrophic and the visual field defect is irreversible. It has been hypothesized that AION results from a disturbance of the circulation on the optic nerve head (ONH) from an occlusion of a posterior ciliary artery (PCA).<sup>1</sup>

The Heidelberg retina flowmeter (HRF, Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany) is designed for noninvasive measurements of retinal blood flow. Reproducible and quantitative measurements of capillary blood flow are possible in distinct areas of a capillary meshwork of the eye.<sup>2</sup>

We present two cases of AION in which HRF demonstrated a reduction of blood flow in the optic disc rim that corresponded with the visual field defect.

## Methods

The tissue blood flow was measured five times in a  $10^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  area in both eyes. The areas examined were the superior and

inferior disc rim and the superior and inferior paramacular areas. Each area was made up of 256 points x 64 lines, and each line was scanned 128 times. The mean blood flow (MBF) was calculated as an indicator of tissue microcirculation by the automatic full-field perfusion image analyzer (AFFPIA, version 3.3, Heidelberg Engineering GmbH).<sup>3</sup> The ratio of the MBF between the two eyes in normal subjects is approximately 1.0.<sup>4</sup> The MBF was obtained by averaging three values after omitting the highest and lowest ones. The ratio of the MBF of the affected eye to the fellow eye (A/F) was calculated for each area, and the ratio of the MBF in the superior disc rim to that in the inferior disc rim (S/I) was calculated.

### **Case report**

Case1: A 62-year-old man noticed a sudden loss of vision in his lower visual field of the right eye. He showed an altitudinal visual field defect in the right eye by Humphrey perimetry and was referred to our unit in September, 2002. He had not had any visual problems or significant family history.

On examination, he did not have a relative afferent pupillary defect, and his eye movements were normal. His best-corrected visual acuity was 20/20 OU, and the intraocular pressure was

14 mmHg OU. The right optic disc was swollen (**Fig. 1a**), but the left fundus was completely normal. Goldmann perimetry showed an inferior altitudinal hemianopsia in the right eye (**Fig. 1b**). Fluorescein angiography (FA) revealed a marked delayed arm-to-retina circulation time (53.3 sec) in the right eye, although delayed circulation time is not typical of nonarteritic AION. The right eye was diagnosed as having AION.

The A/F ratios in each area and the S/I ratios in each eye clearly demonstrate a reduction of blood flow in the superior disc rim in the right eye (**Figure 2**) which corresponded with the visual field defect (**Fig. 1b, 2a**).

Case 2: A 47-year-old man noticed a superior visual field defect after vitrectomy for vitreous hemorrhage associated with proliferative diabetic retinopathy of the right eye in Keio University hospital. The surgery was performed under retrobulbar anesthesia and no major complication was encountered. Intraoperative panretinal photocoagulation was performed but neither gas nor air injection was done.

On examination, the light reflex and eye movements were normal. The best-corrected visual acuity was 20/30 in the right eye and 20/20 in the left eye. The intraocular pressure ranged

14 to 16 mmHg without any anti-glaucomatous medication.

Funduscopy revealed attenuated retinal arteries and edematous change in the inferior portion of the optic disc in the right eye (**Fig. 1c**). Both Humphrey and Goldmann perimetry demonstrated a superior altitudinal hemianopsia in the right eye (**Fig. 1d**). FA showed a mildly prolonged arm-to-retina time (21.0 sec) and local hyperfluorescence in the right optic disc. Visual acuity improved to 20/20 but the optic disc became pale and a visual field defect remained 6 years after surgery.

The A/F ratios in each area and the S/I ratios in each eye clearly demonstrate a reduction of blood flow in the inferior disc rim in the right eye (**Figure 2**) which corresponded with the visual field defect (**Fig. 1d, 2c**).

### **Discussion**

The main source of blood supply to the ONH is PCA circulation except for the surface nerve fiber layer which is supplied by the retinal circulation, and circulation pattern of the ONH has sectional distribution. It is generally believed that AION is due solely to nonperfusion or hypoperfusion of the ciliary circulation in the ONH, and not of the central retinal artery circulation in the ONH. Hayreh<sup>1</sup> described that the primary

objective of evaluating the ONH circulation in ischemia or vascular insufficiency of the ONH is to obtain information about the ciliary circulation in the prelaminar and deeper layers of the ONH and not the retinal circulation in the surface nerve fiber layer. Flow values of disc rim obtained by HRF is considered to be a mixture of retinal and choroidal blood flow contribution because the depth of laser penetration is about  $300\ \mu\text{m}$  thereby the scanning depth contains nerve fiber layer and prelaminar region. HRF measurements can be considered to be a suitable indicator closely related to the physiological status of retinal nerve fiber layer and neighboring retinal ganglion cells. The juxtapapillary retinal blood flow was reported to be reduced in association with the structural damage of ONH in glaucoma patients by utilizing HRF.<sup>5</sup> The MBF measurements in our case clearly illustrated the specific circulation disturbance at the superior or inferior disc rim in the diseased eye, which corresponded with the ophthalmoscopic changes and the visual field deficit. Leiba et al reported reduced microcirculation at ONH in association with altitudinal visual field defects in cases of AION by using HRF in the first place.<sup>6</sup> Our results reinforced their report and showed the convenience of analysis of microcirculation by using

AFFPIA software.

In conclusion, our findings demonstrated that the AFFPIA for HRF instrument is a useful software for evaluating sectional ONH tissue blood flow, and can detect changes even not visible ophthalmoscopically.

**REFERENCES**

1. Hayreh SS. The blood supply of the optic nerve head and the evaluation of it - myth and reality. Prog Retin Eye Res 2001;20:563-93.
2. Michelson G, Schmauss B. Two dimensional mapping of the perfusion of the retina and optic nerve head. Br J Ophthalmol 1995;79:1126-32.
3. Michelson G, Welzenbach J, Pal I, Harazny J. Automatic full field analysis of perfusion images gained by scanning laser Doppler flowmetry. Br J Ophthalmol 1998;82:1294-300.
4. Kimura I, Shinoda K, Tanino T, Ohtake Y, Mashima Y, Oguchi Y. Scanning laser Doppler flowmeter study of retinal blood flow in macular area of healthy volunteers. Br J Ophthalmol 2003;87:1469-73.
5. Logan JF, Rankin SJ, Jackson AJ. Retinal blood flow measurements and neuroretinal rim damage in glaucoma. Br J Ophthalmol. 2004;88:1049-54.
6. Leiba H, Rachmiel R, Harris A, Kagemann L, Pollack A, Zalish M. Optic nerve head blood flow measurements in non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy. Eye 2000;14:828-33.

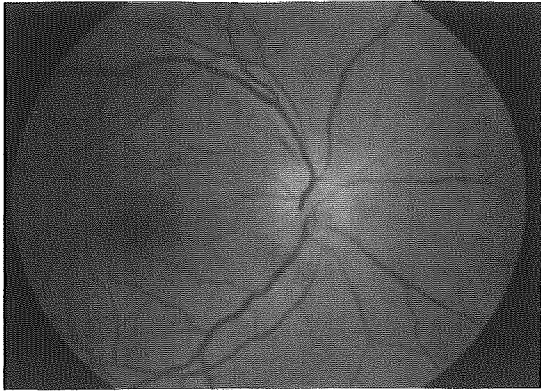


**FIGURE LEGENDS**

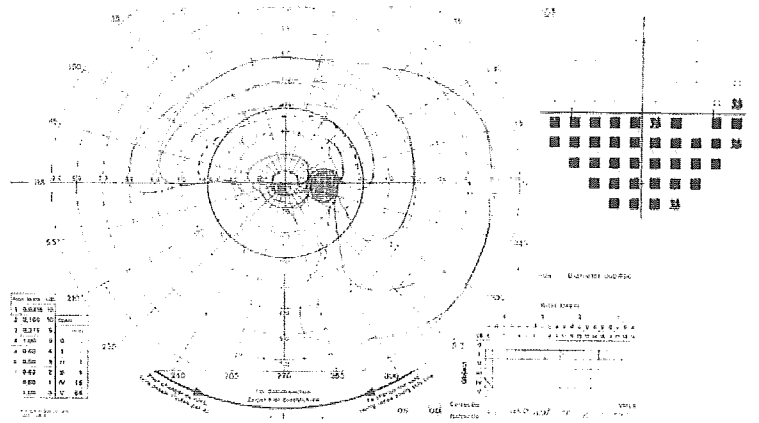
**Figure 1 (a)** Fundus photograph of the right eye in case 1 showing disc swelling. Sectional change is unclear. **(b)** Goldmann perimetry and Humphrey visual field of the right eye in case 1 showing inferior altitudinal hemianopsia. **(c)** Fundus photograph of the right eye in case 2 showing edematous change in the inferior portion of the optic disc. **(d)** Goldmann perimetry of the right eye in case 2 showing superior altitudinal hemianopsia.

**Figure 2** Mean blood flow (MBF) measurements of the disc rim and peripapillary retinal area. The area is divided into superior and inferior regions. The sectional tissue blood circulation disturbance in the superior disc rim area in the right eye was observed. MBF is indicated in arbitrary units. **(a)** and **(b)** show right and left eyes in case 1, and **(c)** and **(d)** show right and left eyes in case 2 respectively.

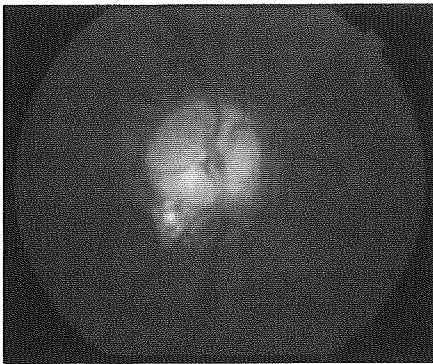
(a)



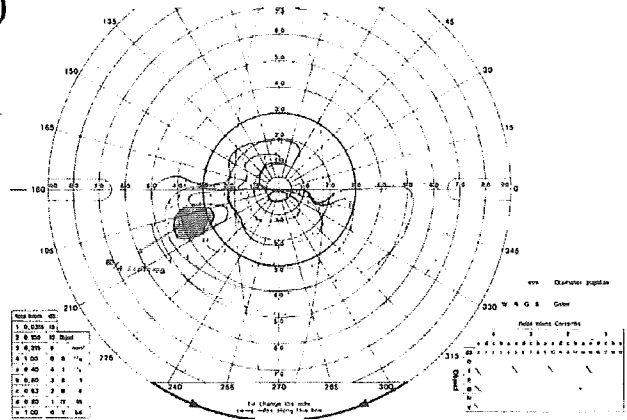
(b)

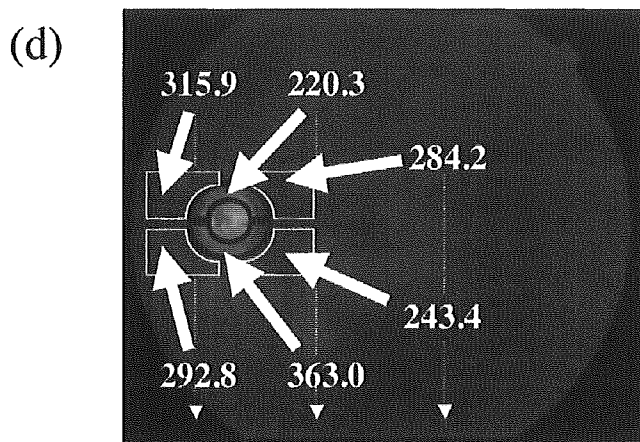
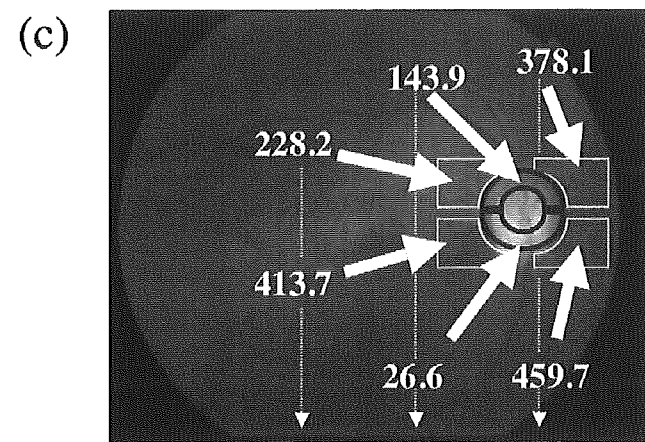
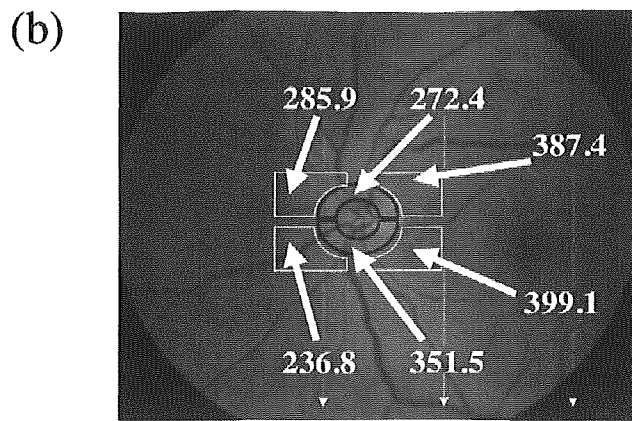
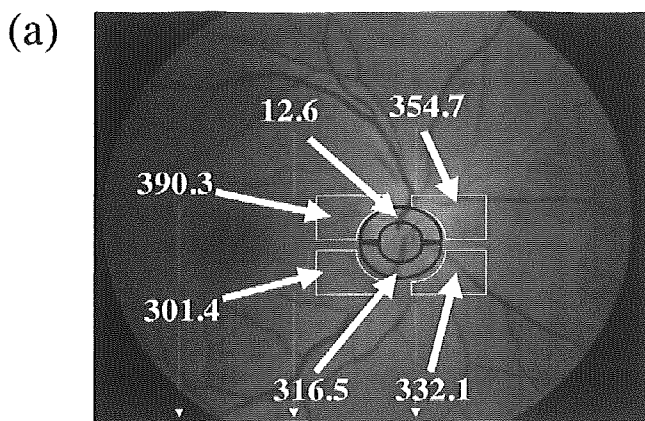


(c)



(d)





# 25 ゲージ硝子体手術システムのまとめ

井上 真\* 篠田 啓\*

25 ゲージ硝子体手術は経結膜的無縫合硝子体手術を可能とした小切開硝子体手術である。今回、市販されているボシユロム社、アルコン社、ドルク社、ニデック社の25ゲージ手術器具の形状や使用具合を比較した。また、ドルク社製硝子体システムを用いて平成16年3月から平成17年2月まで手術を行ったのべ291眼の術後成績と合併症を検討した。その結果、トロカールの形状やカッターの駆動式の違いによりそれぞれの利点をもっていた。291眼中で25ゲージシステムから20ゲージシステムに移行した症例はなかったが、器具の挿入のため強膜創を20ゲージに拡大した症例は46眼(15.8%)でみられた。合併症として、一過性低眼圧(<7 mmHg)13眼(4.5%)、術後硝子体出血5眼(1.7%)があった。以上から、25ゲージ硝子体手術は、その限界も考慮すれば今後ますます発展が期待される術式である。

## はじめに

現在の硝子体手術の発展は20ゲージ3ポート硝子体手術システムの安全性が確立された恩恵による。1990年にde JuanとHickingbothamが25ゲージ硝子体手術器具のプロトタイプを作製<sup>1)</sup>、さらにFujiiとde Juanらが経結膜的強膜創にカニューレを設置する25ゲージ硝子体手術システム(ボシユロム社製 Millennium TSV25<sup>TM</sup>)を開発し、一段と小切開になりしかも経結膜的無縫合硝子体手術が可能になった<sup>2,3)</sup>。その後アルコン社、ドルク社、ニデック社からも25ゲージ硝子体手術システムが発売され、さらに2,500回/分という高速カッティングも可能なミドラボ社の硝子体カッターも発売予定となっている。

ボシユロム社製25ゲージ硝子体カッターは電動カッター(electric cutter)であり、ハンドピースの中に内蔵した電動モーターが駆動してギロチン式カッターが動く仕組みになっている。一方、他メーカーの硝子体カッターは空気駆動式硝子体カッター(pneumatic cutter)で、圧縮空気でカッターの内筒を押し出し(開口部は閉鎖する)、空気圧が下がったらバネの力で引き戻す(開口部は開く)といった一連の動作をする。電動カッターでの電動モーターの振動は最小限に抑えられ、カッターの動きに伴うハンドピースの振動をほとんど感じさせな

い。しかも圧縮空気による振動がないため非常に滑らかな硝子体切除を可能としている。しかし、空気駆動式カッターは電動カッターと異なり、高速カッターのドライブユニットの増設が不要で、既存の硝子体手術装置にそのまま接続すれば使用可能である。またハンドピースも不要なため軽量である利点をもつ。今回、各25ゲージ硝子体システムの比較を行い、それぞれの特徴をまとめた。

## I トロカールとカニューレ

今回用いた25ゲージ器具はボシユロム社(ボシユロム・ジャパン、東京)、アルコン社(日本アルコン、東京)、ドルク社(REメディカル、大阪)、ニデック社(ニデック、名古屋)のものである。各社のトロカール、カニューレ、硝子体カッター、ライトガイドの形状や使用具合を比較した。

初期のボシユロム社製のトロカールとカニューレは挿入に抵抗があったが、現在はトロカールとカニューレの形状が改良され挿入しやすくなっている。トロカールはボシユロム社とドルク社のものはneedle(注射針)型であるが、アルコン社製のトロカールはsolid shaft型(円柱をカットした形)をしている。needle型は創口を半円形に広げるが、solid shaft型は先端で切開すること

\* Makoto Inoue, Kei Shinoda : 慶応義塾大学医学部眼科学教室

(別刷請求先) 井上 真 : 〒160-8582 東京都新宿区信濃町 35 慶応義塾大学医学部眼科学教室 e-mail : inoshin@sc.itc.keio.ac.jp

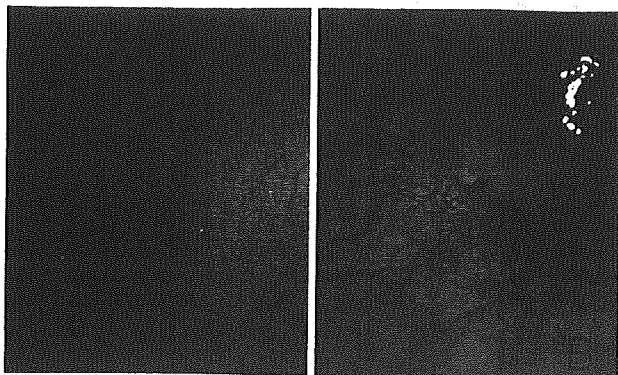


図1 術翌日の強膜創所見

A: ドルク社. 強膜創は直線から緩いU字型である. B: アルコン社. 強膜創はV字型である.

を優先して作られている. これは近年の腹腔鏡手術でのブレードで多く用いられているタイプである. 術後の切開創は needle 型だと強膜創が直線から緩いU字型になるのに対し, solid shaft 型だとV字型になる (図1). V字型の創口は強膜に弁を作製するので, 低眼圧に対しては有利な印象であった. より良い創口を作製するには, トロカールの先端構造を生かしてひねらずにまっすぐ挿入し, カニューレが挿入されるときに初めて軽く回転させてねじ込むのがよい. カニューレは各社とも斜めのカッティングが施され, 回転させることでカニューレを縦方向に強く押し込まないで挿入できるように工夫されている.

25ゲージ硝子体手術器具といってもメーカーによって0.5 mmから0.51 mmの多少の口径の違いがある. そのため25ゲージ器具の他メーカーとの互換性は考慮されていない. 経験的にドルク社製のカニューレにはボシュロム社やニデック社製の硝子体カッターが挿入可能である.

## II 硝子体カッター

TSV25™の硝子体カッターは前述のように電動カッターである. 硝子体カッターの開閉はモーターの回転数に依存する. pneumatic cutterのように空気圧で一気に開口部が閉じる方式と異なり, カットレートを下げれば閉じる速度もゆっくりとなる. 開口部の開閉は常に50対50であり高速カッティングになるほど硝子体の切れ味が増す. さらに吸引効率もあまり低下しないので, より高いパフォーマンスを発揮する. 一方, pneumatic

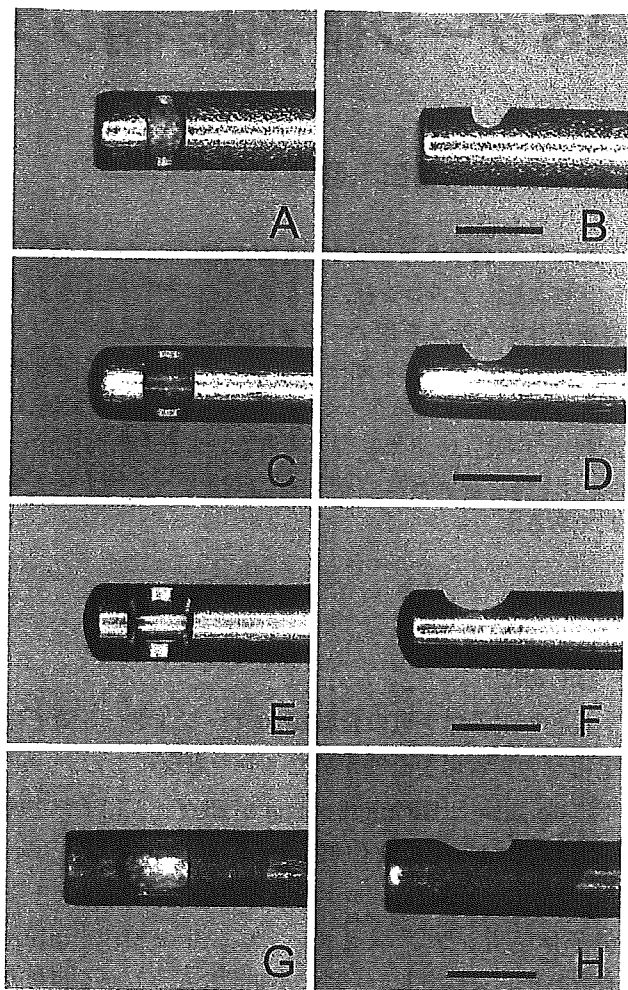


図2 各社硝子体カッター先端の拡大図

A, B: アルコン社製, C, D: ドルク社製, E, F: ニデック社製, G, H: ボシュロム社製.

アルコン社硝子体カッターの開口部は横長で最も小さい. ニデック社製硝子体カッターは最も肉厚である. ボシュロム社製硝子体カッターの開口部は広く浅くなっている.

cutterは素早い空気圧の立ち上がりで開口部の閉じる速度は早く, 低速カッティングでも切れ味がよい. しかし, 開口部を開くのは空気圧が下がって内部のバネが押し出す力を利用しているため, 高速カッティングではバネが戻すより早く次の空気圧の立ち上がりがかかることとなる. したがって, 高速カッティングでは開口部が閉鎖した時間の割合が長くなり, 結果として閉じたままの状態に近くなり, 切除効率が下がってしまう性質をもっている. この性質はドルク社製硝子体カッターでは著明で, 高速カッティングでは切除効率が極端に下がってしまい, 1,500回/分ではほとんど開口部が閉鎖したままになってしまう. そこで1,000回/分から1,200回/分の中

速カッピングで使用するのがよいと思われる。アルコン社製硝子体カッターとニデック社製硝子体カッターはこの点で改良され、1,500回/分でもまずまずの硝子体切除を可能としている。各社での開口部形状はさまざまである(図2)。

ミドロバ社製硝子体カッター(レーザーレックス, 大阪)は未発売ではあるが、アルコン社製アキュラスやニデック社製CV-24000に接続して使用可能である。カッター内部のバネや圧縮空気チューブの改良などにより25ゲージカッターで初めて2,500回/分を可能としている。吸引効率も他社に比べて最も優れている。しかし、振動低下と強度確保のためカッター部の全長を2~3mm短くしているため、高度近視の症例には全長が不足する可能性を念頭に入れなくてはならない。

### III ライトガイド

ボシヨム社製 Millennium の光源はメタルハロイドという光源を用いているため25ゲージであっても十分な光量を得ている。ライトガイドのハンドル部分も持ちやすい太さになっている。アルコン社製アキュラス、ニデック社製CV-24000の光源はハロゲンであるが25ゲージであっても伝導効率が低下しないようになっている。そのためファイバー部が固めで、眼内操作時にファイバー部が跳ねて非清潔部位に接触しないように注意が必要である。ドルク社製のライトガイドのファイバー部は非常に柔らかく操作性がよいが、他社に比べて伝導効率が悪く眼内照明としては暗い。手術の開始時にはその暗い印象が一段と著明に感じられるが、しばらく操作を続けていると術者の暗順応により黄斑部操作も可能となる。近年発売されたキセノン光源であるシナジェティック社のフォトン照明装置(モリアジャパン, 東京)などは、このような25ゲージでの光源量の不足を十分に補えるだけでなく、シャンデリアライトを組み合わせればwide fieldでの手術操作も可能にしている。

### IV 手術成績

ドルク社製硝子体システムを用いて平成16年3月から平成17年2月まで手術を行った291眼(重複を含む)の術後成績と合併症とその対策を検討した。ドルク社製25Gシステムを使用した症例の内訳は裂孔原性網膜剝離

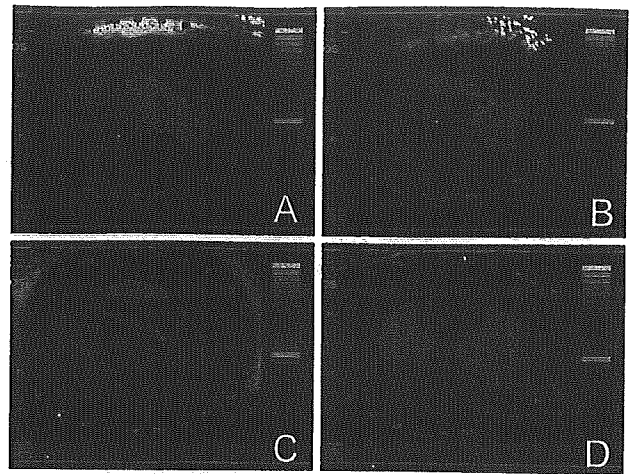


図3 20ゲージ手術と25ゲージ手術の術前後角膜トポグラフィー  
A:術前, B:Aと同症例のドルク社製25ゲージ硝子体手術1週間後, C:術前, D:Cと同症例の20ゲージ硝子体手術1週間後の角膜トポグラフィー。25ゲージ手術では術前後で角膜トポグラフィーの変化がみられないが、20ゲージ手術では強膜創のジアテルミー凝固と強膜創の縫合のため倒乱視化がみられる。

(黄斑円孔網膜剝離を含む)が48眼, 増殖糖尿病網膜症52眼, 糖尿病黄斑浮腫34眼, 黄斑円孔29眼, 黄斑前膜39眼, 網膜中心静脈(分枝)閉塞症29眼, 硝子体出血(硝子体洗浄)20眼, 増殖硝子体網膜症19眼, 加齢黄斑変性(脈絡膜新生血管抜去を含む)10眼, 眼内レンズ落下7眼, 眼内炎4眼であった。術後には全例で20ゲージ硝子体手術と同等に黄斑浮腫の改善や黄斑円孔の閉鎖などで視力の向上がみられた。25ゲージシステムから20ゲージインフュージョンカニューラを付け替えて20ゲージシステムに移行した症例はなかったが、網膜下鉗子やライトガイド付きレーザープローブ挿入, もしくはシリコンオイル注入のため, 25ゲージカニューラを取り除いて強膜創を20ゲージに拡大した症例は46眼(15.8%)であった。この場合も強膜創付近の結膜切開を広げたのみであったため, 通常の20ゲージ手術より前眼部への侵襲は少ない印象であった。

術後乱視は20ゲージ硝子体手術に比べて術直後の強膜創縫合や強膜創のジアテルミー凝固による倒乱視化がなく, 非常に安定していた(図3)。今回検討した症例では黄斑前膜などの一部の症例を除いて, ほとんどの症例で通常の20ゲージ手術と同様に周辺部を圧迫して硝子体切除を行った。合併症として, 結膜孔から眼房水の漏出がない低眼圧(IOL<7 mmHg)13眼(4.5%), 術後硝子体出血5眼(1.7%)があった。術後眼内炎や

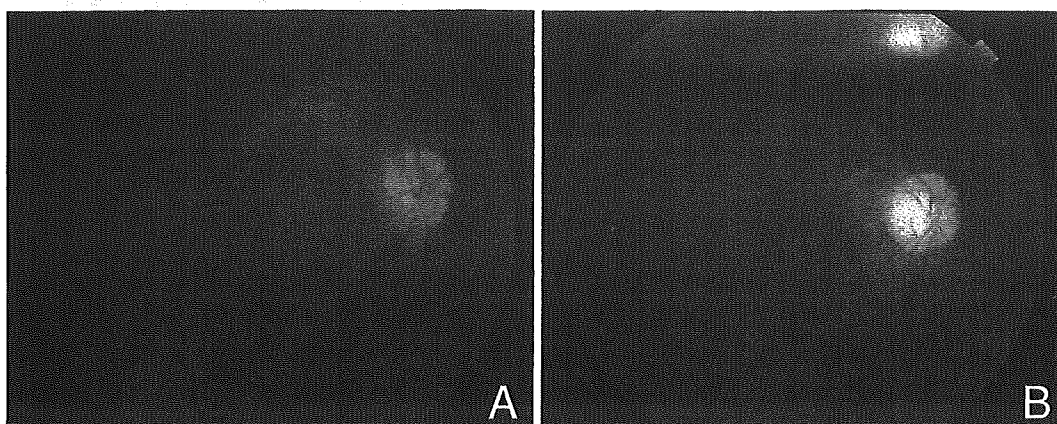


図4 25ゲージ手術後に生じた低眼圧の1例

A:術翌日の眼底写真, 眼圧は0 mmHgで眼底に著明な網脈絡膜皺襞がみられる。B:硝子体中に空気を注入したところ翌日には眼圧が正常化し, 退院時には視力も1.0に回復した。

強膜創の追加縫合を要した強膜創閉鎖不全などはなかった。

#### V 手術合併症に対する対処

低眼圧への対処は, まず強膜創付近の結膜にステロイドの注射を結膜下注射の要領で結膜内に行った。これは注射によって膨らんだ結膜およびTenon嚢組織による創口の閉鎖(バンデージ効果)と, 続発しうる脈絡膜剝離や, 血液網膜嚢の破綻などによる炎症を抑制することを期待している。それでも眼圧が上昇しない場合には硝子体中に1 ml程度の空気を注入して側臥位をとり, 硝子体腔側からの房水漏出を抑えて眼圧上昇を図る(図4)。最終的にはいずれかの方法で眼圧は正常化している。

#### おわりに

1990年にde JuanとHickingbothamが25ゲージ硝子体手術器具のプロトタイプを作製したが, 器具の脆弱性のため実用には至らなかった<sup>1)</sup>。しかし, 改良を重ねTSV25<sup>TM</sup>として発売され, 広く臨床応用されている<sup>2-5)</sup>。電動カッターはハンドピースが重く, 操作性が悪いといった欠点もあったが, 軽量型が開発され器具が日進月歩で進化している。

25ゲージシステムではトロカールカニューレシステムを用いている。これはMachemerら<sup>6)</sup>により開発された20ゲージトロカールカニューレシステムを改良し

たものである。カニューレシステムの最大の特徴は強膜創からの手術器具の出し入れを容易にし, 術中の強膜創への硝子体嵌頓を予防するため, 強膜創付近に生じる医原性裂孔の発生率を下げられることである。また, 25ゲージシステムでは経結膜的に強膜創を作製するため, 強膜創からの房水流出による結膜濾胞の形成を予防している。しかし, 挿入できる器具に制限ができる欠点もある。

25ゲージ硝子体手術で経験される合併症で多いのは術後の低眼圧と脈絡膜剝離である<sup>7)</sup>。林はTSV25<sup>TM</sup>を用いた23眼の術後成績で, その合併症を一過性低眼圧(4~6 mmHg)が7眼(30%), 一過性のブレイク形成5眼(22%), 軽度の脈絡膜剝離1眼(4%), 網膜剝離1眼(4%)と報告している<sup>8)</sup>。25ゲージ硝子体手術で周辺部まで硝子体切除をすると低眼圧の出現頻度が増すのではないかという懸念があるが, 適切な対処を行えば, 毛様体機能不全のために術前から低眼圧であった症例を除いた全例で眼圧は復帰している。小切開を用いる利点として術創の早期治癒と術後乱視の軽減がある。さらに重症糖尿病網膜症で硝子体手術後に硝子体出血や周辺部網膜剝離を生じうる, 強膜創血管新生を予防する可能性もある。これは強膜創に嵌頓した硝子体を足場に術後創傷治癒により血管新生が生じるため<sup>9)</sup>, 小さい創口では過剰な創傷治癒反応がなく血管新生も起きにくいのではないかといった推測による。また, 眼内灌流量が少なく術後視力の回復が早いことや眼内空気灌流時での空気灌流

量も少なく網膜乾燥が起こりにくいといった利点もある。実際、今回の症例では強膜創血管新生による合併症が生じた症例はなかった。

25ゲージシステムは確かに20ゲージシステムと比べれば器具の脆弱性<sup>10)</sup>や眼球運動によって器具がぶれるといった欠点はある。しかし、今後器具の進化によって改善が見込まれ、さらに器具と術式の改良が進めば、20ゲージシステムに代わる手術方法になりうると考えられた。現時点ではディスプレイ器具の問題でコストが割高になってしまう欠点もあるが、コスト面を含めた今後の改善が期待される。

#### 【文献】

- 1) de Juan E Jr, Hickingbotham D : Refinements in microinstrumentation for vitreous surgery. *Am J Ophthalmol*, **109** : 218-220, 1990
- 2) Fujii GY, de Juan E Jr, Humayun MS, et al : A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology*, **109** : 1807-1812, 2002
- 3) Fujii GY, de Juan E Jr, Humayun MS, et al : Initial experience using the transconjunctival sutureless vitrectomy system for vitreoretinal surgery. *Ophthalmology*, **109** : 1814-1820, 2002
- 4) Lakhanpal RR, Humayun MS, de Juan E Jr, et al : Outcomes of 140 consecutive cases of 25-gauge transconjunctival surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology*, **112** : 817-824, 2005
- 5) Ibarra MS, Hermel M, Prenner JL, et al : Longer-term outcomes of transconjunctival sutureless 25-gauge vitrectomy. *Am J Ophthalmol*, **139** : 831-836, 2005
- 6) Machemer R, Hickingbotham D : The three-port microcannular system for closed vitrectomy. *Am J Ophthalmol*, **100** : 590-592, 1985
- 7) 井上 真, 野田航介 : ドルク社製 25ゲージ硝子体手術システム. *眼科手術*, **18** : 89-92, 2005
- 8) 林 篤志, 木村英也 : 新しい治療と検査シリーズ 25ゲージ経結膜硝子体手術システム. *あたらしい眼科*, **20** : 947-948, 2003
- 9) 長沢朱美, 井上 真, 黒坂大次郎ほか : 増殖糖尿病網膜症術後の強膜創線維血管性増殖組織の病理所見. *眼紀*, **50** : 275-280, 1999
- 10) Inoue M, Noda K, Ishida S, et al : Intraoperative breakage of a 25-gauge vitreous cutter. *Am J Ophthalmol*, **138** : 867-869, 2004