

## 緑内障手術の最新の手法と今後の課題

郡 司 久 人

東京慈恵会医科大学眼科学講座

## THE LATEST GLAUCOMA SURGERY PROCEDURES AND FUTURE CHALLENGES

Hisato GUNJI

*Department of Ophthalmology, The Jikei University School of Medicine*

For many years, the standard operative method for glaucoma surgery has been filtration surgery. This operative method involves a great deal of complicated postoperative treatment and has generally been avoided because of the various complications that can arise from early postoperative period. Aglaucoma is a chronic disease, repeated surgeries are often required. Some presents eventually becoming inoperable because maintenance of the subconjunctival space that forms a filtration bleb with repeated surgery becomes difficult. Devices that enabled two new operative methods were recently authorized in Japan for filtering operations, resulting in a new option for glaucoma surgery. In this paper, we discuss the new tube shunt operation method, present the results of an experimental case, and consider future problems.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2015;130:29-37)

Key words : filtration surgery, short tube shunt, long tube shunt, TVT study, glaucoma implant

### I. 緒 言

緑内障治療の基本は悪化する視野障害の進行を止める事であり、エビデンスのある唯一の治療は眼圧を下降させることである。眼圧の下降には薬物による方法と手術による方法があり、そのどちらかもしくは両者を組み合わせ症例ごとに適した眼圧を維持することが治療の原則となる。緑内障手術は文献的には100年以上前から行われており、もっとも広く施行されている方法は濾過手術である。濾過手術は歴史のある術式であるが過去30年でさまざまな工夫や術式の改良がなされてきた。たとえば、5-fluorouracil (5-FU) の結膜下注射や線維柱体切除術の際にMMCを強膜上に塗布するなど、増殖抑制効果により濾過の効果を延長させる方法や白内障手術との同時手術による術後の白内障の防止、濾過手術に似た効果をもたらす生理的排出路再建術など濾過手術のバリエー

ションが増え適応も広がった。しかしながら生体組織の治癒機転により濾過胞の癒着や瘢痕化などで濾過手術を繰り返した結果、結膜の瘢痕が全象限におよび、それ以上の濾過手術が困難になる症例も多々存在することも事実である。このような濾過手術を繰り返している症例に対しては眼表面上にシリコン製のチューブを這わせ、濾過した房水を眼球の後ろへ導くデバイスを用いた手術(チューブシャント)も開発され臨床使用できることになった。今回はこの新しいデバイスを用いた緑内障の新しい手術法について自験例の結果を交えて検討する。

### II. チューブシャントの歴史と種類

緑内障インプラントの歴史は1969年に南アフリカのMoltenoによって開発、試用されたアクリル製の装置である<sup>1)</sup>。これは円形の上強膜プレー

トと一体化したチューブによって構成され強角膜のトレパネーション（孔）から前房内にチューブ先端を留置き房水プレートに導き、プレート周囲の結膜下より房水を拡散、吸収させ眼圧を下げるという手法であった。その後この初期型の装置を改良し眼球表面での露出の危険性も考慮し1973年より現在の形状に近いチューブインプラント装置が使用されるようになった<sup>2)</sup>。

欧米では1980年ごろより従来の濾過手術に抵抗する症例には積極的にインプラント手術が行われわが国でも1990年後半からは末期の難治性緑内障に対し一部の専門医の間でインプラントを輸入し手術が行われ、他に治療法のない緑内障に対し一定の治療効果が得られてきた。これによりわが国でもチューブ手術の需要が高まってきたが、これに用いるデバイスが厚生労働省から認可されず、限られた施設で個人輸入の形でこれらのデバイスを手し患者の承諾のもとにインプラント手術は行われてきた。

しかし日本眼科学会、緑内障学会からの要望に応え平成24年によく国内でチューブ手術とこれに用いるデバイスが保険収載された。認可さ

れたチューブシャントは2種類である。一つは線維柱体切除術における強膜窓をステンレスのパイプで置き換えるという濾過手術の新しいバリエーションであるShort tube shuntであり、もう一つはシリコン製の長いチューブを有し、房水を眼球後部へ導く形式となるLong tube shuntである。

### III. 従来型線維柱体切除術の問題点と解決策

従来の濾過手術の代表は線維柱帯切除術であるが、本術式は手術のみで房水の濾過量をコントロールすることが非常に難しく、眼圧のコントロールには術後早期から眼球マッサージやレーザーによる切糸（Laser suturelysis : LSL）など様々な処置が必要であり、その煩雑さから敬遠されがちな術式であった。そこで濾過量が一定となるよう強膜窓の代わりに小さな内径を持つステンレス製のパイプを強膜内を貫通させこれを通し房水を眼外に導くことで一定量の濾過が得られ、眼球形状も保たれるというALCON社製 EX-PRESS<sup>TM</sup> が誕生した<sup>3)</sup>。本デバイスは同時に従来の線維柱体切除では必須であった周辺虹彩切除も不要となり

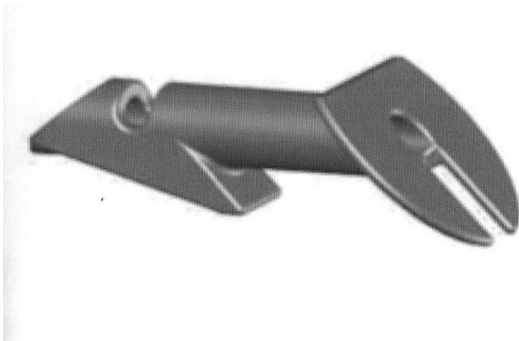


Fig. 1. Appearance of Alcon EX-PRESS<sup>TM</sup>

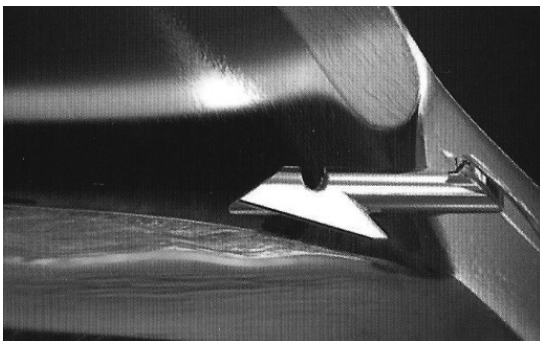


Fig. 2. Schematic image of setting to an eyeball of EX-PRESS<sup>TM</sup>



Fig. 3. Surgeon's view of insertion of EX-PRESS<sup>TM</sup>

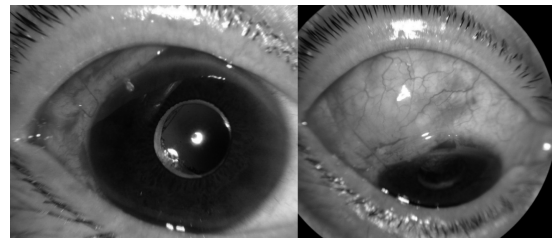


Fig. 4. Anterior ocular segment image of the next day of the surgery

煩雑な手技が簡略化されまた同時に出血に伴う合併症のリスクが減少した。これにより濾過手術のハードルが下がり積極的に手術が行われる可能性が広がった。Fig. 1, 2にEX-PRESS™ 本体の外観と眼球への設置イメージを示す。

### 1. 東京慈恵会医科大学附属病院眼科（当科）におけるEX-PRESS™ の使用経験

Fig 3, 4.はEX-PRESS™ 挿入術の自験例の術中所見と術翌日の前眼部所見である。術直後より大きな濾過法が形成され、良好な眼圧下降が得られている。平成24年12月から平成25年3月までの4ヵ月間に同一術者が施行したEX-PRESS™ 挿入術10例（2例は白内障手術を併設）とTrabeculectomy (TLE) 10例（1例は白内障手術を併設）について術後の眼圧の経過と合併症の発生について術後1年半までの期間について検討した。術後眼圧の経過を示す（Fig. 5, 6）。術後眼圧については術直後の眼圧はTLE後のような極端な低眼圧や高眼圧になる症例はまれであり、平均して10 mmHg前後の値で経過し良好な結果であった。術後1ヵ月の眼圧経過と同時期に施行したTLE後と比較しても術後の眼圧は良好な傾向が見られている。つぎにTLEでは術後の眼圧コントロールを安定させるために必要な術直後のレーザー切糸（LSL）の回数について比較した。EX-PRESS™ 術後の平均LSL回数は1.33回でTLE 術後の平均LSL回数は2.85回でありEX-PRESS™ 術後が明らかに少なく、他の施設からの報告と同様の傾向が見られた<sup>4)~6)</sup>。つぎに濾過手術に伴う早期合併症について比較した。EX-PRESS™ 術後（10例）では前房出血無し、浅前房1例、脈絡膜浸潤無しであったのに対しTLE 術後（10例）では前房出血1例、浅前房1例、

脈絡膜浸潤1例と有意差はないがEX-PRESS™ 術後の合併症が少ない傾向が見られた。また他施設においてもEX-PRESS™ 術後とTLE 術後でさまざまな比較がなされている。術後眼圧においては多施設で有意差無と報告され、視力も有意差無と報告されている。合併症頻度については有意差無し、またはEX-PRESS™ がやや少ない傾向であり、術後処置回数もEX-PRESS™ でやや少ないと報告されている。術後の角膜球面収差・コマ収差、乱視も有意差は無いとの報告が多い。本邦では認可から2年しか経っておらず、長期の経過についての報告が無いが、海外では術後長期間のEX-PRESS™ とTLEの結果についても検討されておりEX-PRESS™ の有効性、安全性はTLEと比較して遜色ないことが示されている<sup>7)~10)</sup>。海外で報告されている長期の経過と今回のわれわれの結果は術後1年半までで比較すると非常に類似しており、長期経過についても同様な結果が得られるものと推察される。

### 2. 考察

緑内障手術のあたらしい選択肢であるEX-PRESS™ は線維柱帯切除術に匹敵する効果をより少ない侵襲で簡便に得ることが可能であり、短期成績でもその有効性は十分に証明されている。実際に使用しての感触は従来の濾過手術と異なり、非常に少量の房水が細いチューブを通し眼外へ導かれる結果、結膜下の濾過胞（bleb）は広範囲になり、これまでTLEで目指してきたにもかかわらず術後の頻回の処置によっても困難であった理想的な濾過胞の形成が容易に獲得できる印象であった。同時に眼球の虚脱が見られず、術中のリスクの回避の点でも優れた手術法であると思われる。

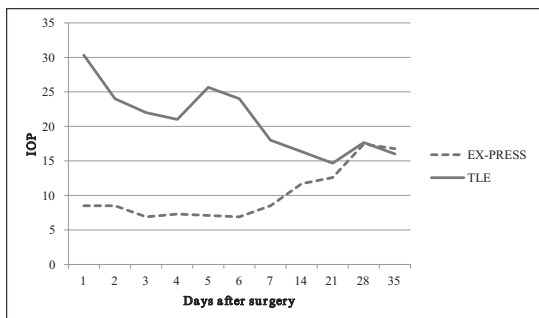


Fig. 5. Course of the ocular tension of the early postoperative period.

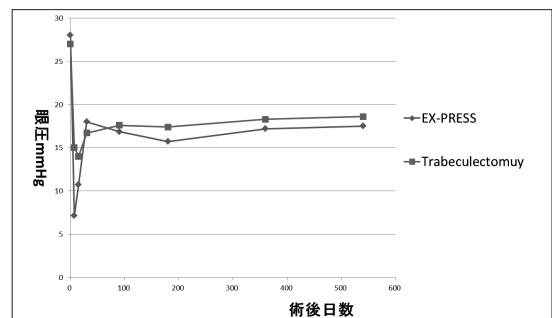


Fig. 6. Course of the intra ocular pressure of four and a half years after surgery

た。手術がシンプルになり安全性も高く、術後の煩雑な処置も少なくそれでいて効果が高いことで従来敬遠されがちであった緑内障の濾過手術が容易に安全に施行できるようになり手術時期を逸して失明に至る症例が少なくなっていく可能性が高い。今後は長期成績と材質にステンレス合金が使用されていることからMRI時の挙動など特異的な合併症などを含め長期成績や安全性について詳細に検討していく必要がある。

#### IV. 難症例に対するチューブシャント登場と背景

糖尿病網膜症に対する硝子体手術の成績の向上は一方で血管新生緑内障の発生を増加させている。この血管新生緑内障をはじめぶどう膜炎に続発する緑内障など、従来の線維柱帯切除術では十分な眼圧下降が得られない症例が近年増加してきた。従来の線維柱帯切除が著効しない理由の第一は、通常の濾過手術を施行するための眼球の条件は結膜癒着、癒着が少なく、十分な体積を有する濾過胞を形成することが可能な結膜下のスペースが確保されていることであるが、血管新生緑内障やブドウ膜炎後の緑内障では出血や炎症による癒着が強くこの条件を満たさないことが多く認められた。この状況を打破するためにWhite pump shunt や Seton tube など、結膜癒着に影響を受けない特殊なバイパス手術が登場したが異物を用いることで拒絶反応などの問題であり普及しなかった。

そこで癒着や癒着化の多い結膜下を異物反応の少ないシリコン製のチューブを用いることで房水

を眼外へ導き、眼球後部の広いスペースに房水を貯留させ吸収を待つ方法 (long tube shunt) が開発された。

さまざまな形状のデバイスが開発され欧米で実用化が試みられたが、現在もっとも用いられているデバイスはBaerveldt Glaucoma Implant (BGI) と Ahmed Glaucoma Valve (AGV) の2種類である。Fig. 7にBGIをFig. 8にAGVを示す。BGIとAGVはともに異物反応の少ないシリコン製のチューブを眼内に挿入する仕組みになっており、BGIはチューブがソフトシリコン製の広い面積を有するプレート上に開口しプレート上に房水が拡散し結膜下で吸収される構造を持つ。チューブの先端からプレート上の開口部まで弁等の構造物はなく、房水は垂れ流しの状態となるため設置後に低眼圧になりやすく、チューブを吸収糸で結紮したりチューブ内に可溶性の障害物を留置するなどの工夫が必要である。一方、AGVは眼内に挿入するチューブ部分はBGIと同様のものであるがチューブの後方はハードシリコンでドーム状の構造内に開口し強膜上に房水を散布し吸収を図る。チューブとシリコン製の本体の接合部には弁構造があり房水は一定以上 (10数 mmHg) 以上の圧力で弁を通過し後方へ流出する。したがって設置後に特別な工夫をしなくても術後眼圧は適正に保たれるのが特徴である。ただし後方のハードシリコンの本体はBGIのものに比べ厚みがあり結膜下での存在感が大きく、場合によっては眼球運動の妨げになる可能性があり、患者も違和感を訴える可能性が高い<sup>11)-16)</sup>。

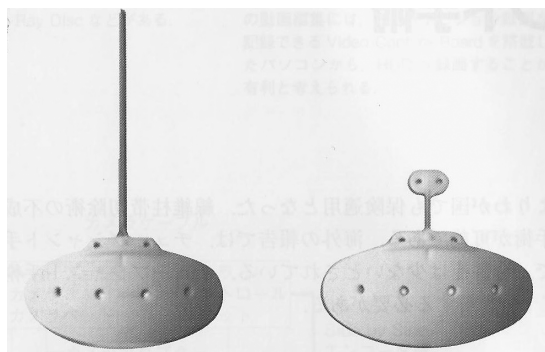


Fig. 7. Appearance of Baerveldt Glaucoma Implant.

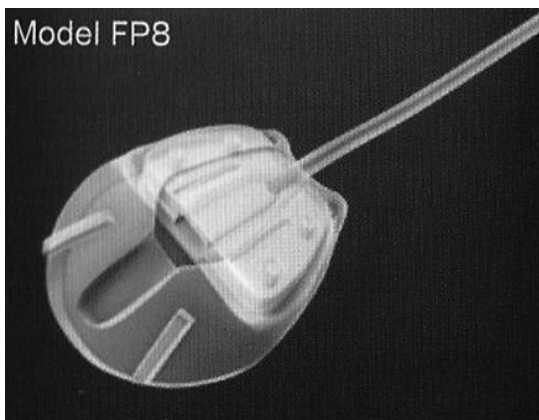


Fig. 8. Appearance of Ahmed Glaucoma Valve.



どちらのチューブも房水の吸収部位は外眼筋付着部より後方となりMoltenoらが最初に開発したチューブシャントのシステム<sup>2) 17)</sup>と変わっていない。本邦では海外で次々に発表されるこれらのチューブの情報から従来の濾過手術では限界と思われた症例に対し個人レベルでAGVやBGIを輸入し、患者の同意のもと限られた施設でチューブ手術が施行されてきたが、欧米や日本以外のアジア圏でもチューブ手術が盛んになり、日本緑内障学会と日本眼科学会から厚生労働省に対し認可の申請がなされ、ようやく2013年にBGIが保健収載された。AGVについても時期をずらして数年中には認可されると思われる。長らく国内での認可が待たれていたこともあり、保健収載以前よりその使用について議論を重ねてきたこともあり、我が国における緑内障治療のスタンダードとなっている緑内障治療ガイドラインの第3版の補遺<sup>18)</sup>には、すでにチューブシャントの使用についても記載されており、「当面は難治で通常の線維柱帯切除術の施術が困難である、奏功が期待できない、あるいは従来の線維柱帯切除術では重篤な合併症が予測される症例に適応を限定すべき」とされている。

すなわち現在認可されているlong tube shuntのBGIの適応症例は偽・無水晶体眼、ぶどう膜炎後の続発性緑内障、血管新生緑内障、ICE症候群、無虹彩症、Sturge-Weber症候群、複数回の術後で結膜瘢痕が強い例、シリコンオイル注入眼、アトピー性皮膚炎に合併した濾過胞感染リスクの高い症例、角膜移植眼等に限定されている。

#### 1. Baerveldt Glaucoma Implant (BGI) の使用経験

当科においてもガイドラインに則り現在まで6例のBGIを施行した。これら6例はいずれも糖尿病による血管新生緑内障をはじめとする難治性緑内障で従来の線維柱帯切除術のみでは有効な眼圧降下が得られず、チューブ手術を施行したものである。代表症例は52歳男性で、過去に4回の濾過手術の既往があり、4回目の術後に濾過胞炎、眼内炎を発症した。眼内炎後に白内障と角膜内皮障害から水胞性角膜症を発症し白内障手術を受けた後、角膜内皮移植を受けた。その後時間の経過とともに角膜内皮移植による隅角癒着が進行し高眼圧となり点眼薬4剤と最大数の治療も限界となり、さらに複数の点眼薬による副作用で眼球表面

に炎症も出始めたことからチューブシャント手術の適応となった。本症例の術後眼圧は10mmHg代後半を維持できており、抗緑内障点眼薬による結膜充血も軽減し経過は良好でかつ安定している (Fig. 9a, 9b, 9c)。

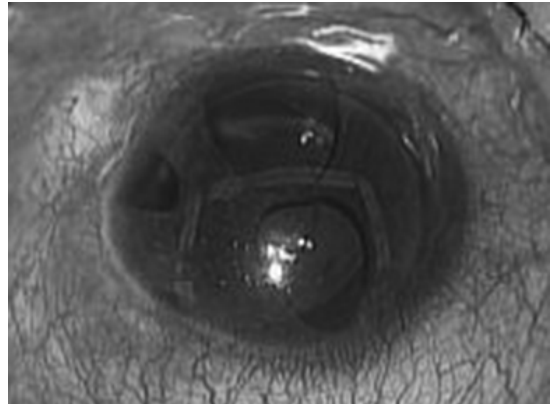


Fig. 9a. Preoperative anterior ocular segment findings. Hyperemia with eye drops is found

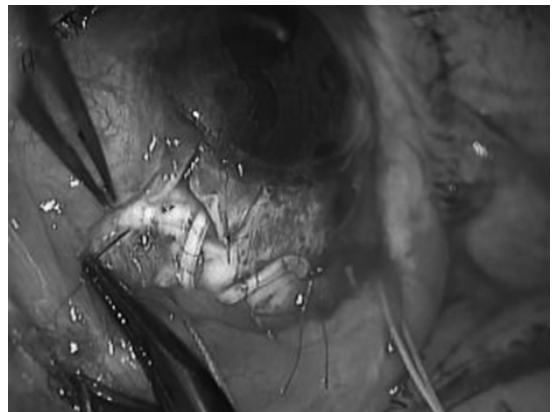


Fig. 9b. Perioperative findings. The tube of BGI which wound like a snake.

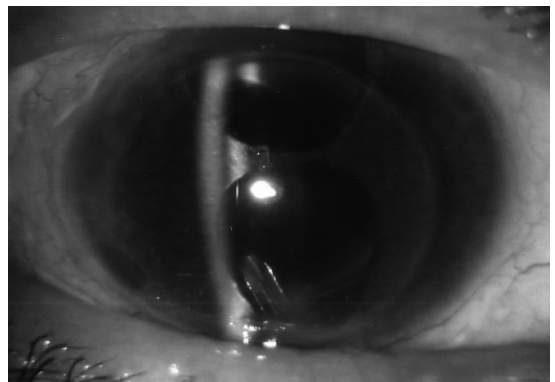


Fig. 9c. Postoperative anterior ocular segment findings. Showed the tip of the tube in the pupillary area shifted to downward.

## 2. 血管新生緑内障 (RG) に対するBGIとTLEの術後成績

当科におけるRGに対するBGIと繊維柱帯切除術 (TLE) について18 ヶ月間の眼圧変化について検討した。結果をFig. 10に示す。両者を比較するとサンプル数の少なさから有意とは断定できないが、少なくとも術後18 ヶ月の期間ではTLE後の眼圧よりもBGI後の眼圧が低い傾向が見られる。

## 3. Ahmed® glaucoma valve (AGV) (Fig. 8) の使用経験

当科では複数回のTLEが無効であった症例に対し、5年前から患者の同意と学内倫理委員会の承認を得た上でAGVを使用し、その経過を4年以上観察する機会を得た。AGVの対象症例は4種類の抗緑内障点眼薬とCAI内服でも眼圧30 mmHg以上でTLE (最低2回) が無効であった血管新生緑内障3例4眼、4種類の抗緑内障点眼薬下で眼圧が25 ~ 35 mmHgでTLEがまったく無効であったAxenfeld-Rieger sy. の1例1眼。4回のTLE後に

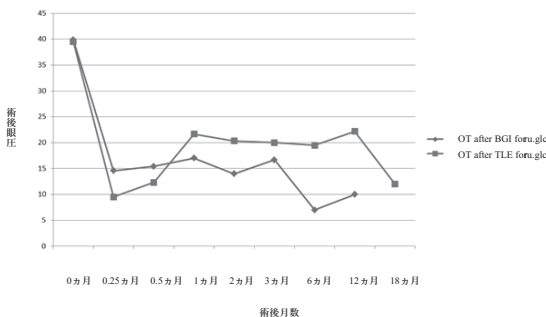


Fig. 10. Course of the intra ocular pressure of 18 months after BGI and TLE.

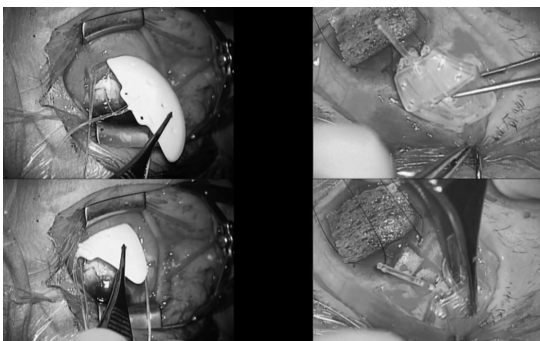


Fig. 11. Perioperative findings of Baerverdt Glaucoma Implant (left) and Ahmed Glaucoma Valve(right). Both are common and are comprised of a long silicone tube and a large main body

眼圧が上昇し、3種の点眼でも眼圧が30 mmHg以下にならないPOAG1例1眼。発達障害で自傷行為のために網膜剥離を発症後、シリコンオイルを用い網膜復位を得た後に眼圧上昇をきたした1例2眼である。

## 4. AVGとBGIの術後成績の比較 (Fig. 11)

AVGの短期術後経過を、同時期に施行したBGIの結果と比較しFig. 10に示す。他施設や欧米の報告では術後早期の眼圧の安定性はAGVが勝るとされているが、当科での結果はほぼ同等で良好な結果が得られている。

また術後4年間の長期成績はFig. 12の通りである。AVG後の眼圧とBGI後の眼圧レベルはほぼ等しくどちらのインプラントも4年間の成績は差が無い。

AGVの長期成績では自験例の多くで1年半から2年後にかけて眼圧が上昇する。これはAGVの本体部分を線維性の膜組織が取り囲み、房水の拡散が障害されること (encapsulation)<sup>19)</sup> によると考えられ、この被膜を切除する処置で眼圧は正常化がみられた。これを術後の処置と考えれば4年半という期間であるが術後成績は良好と考えられ、さらに長期の成績について今後検討すべきと考える。

AGVとBGIの中長期の成績については海外では大規模に検討されており<sup>20) 21)</sup>、術後眼圧についてはBGIが若干低い傾向にあるとされている。しかしながら術後早期の眼圧の安定性はあきらかにAGVが優れている。

## 5. Tube versus trabeculectomy (TVT) study

チューブシャント先進国の米国では繊維柱帯切除術 (TLE) とチューブ手術の比較検討 (tube versus trabeculectomy study : TVT study) がなされている<sup>22)-25)</sup>。TVT studyではチューブ手術の方が

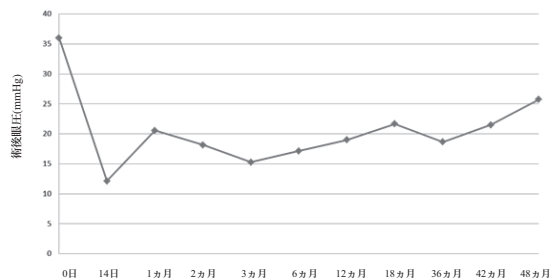


Fig. 12. Course of the intra ocular pressure of four years after surgery

TLE より眼圧下降に優れ合併症も少ないと報告されている (Table 1-3). しかし, チューブ特有の合併症も存在しどちらが優れているかは議論の余地がある.

また人種間の差を考えた際にアジアでチューブ手術の先陣を切った韓国では, 特定の施設で10年以上前から比較的早期の患者の手術にもAGVとTLEを併用し, それまでのTLEと同等以上の手術

Table 1. Intraocular pressure and medical therapy at baseline and follow-up in the tube versus trabeculectomy (TVT) study<sup>25)</sup>.

		チューブ群	トラベキュレクトミー群	P 値
術前	眼圧 (mmHg)	25.1 ± 5.3	25.6 ± 1.2	0.56
	点眼数	3.2 ± 1.1	3.0 ± 1.2	0.17
	症例数	107	105	
1年後	眼圧 (mmHg)	12.5 ± 3.9	12.7 ± 5.8	0.75
	点眼数	3.2 ± 1.1	3.2 ± 1.1	<.001
	症例数	97	87	
2年後	眼圧 (mmHg)	13.4 ± 4.8	12.1 ± 5.0	0.097
	点眼数	3.2 ± 1.1	3.2 ± 1.1	0.019
	症例数	83	72	
3年後	眼圧 (mmHg)	13.3 ± 5.0	13.5 ± 6.9	0.83
	点眼数	3.2 ± 1.1	3.2 ± 1.1	0.31
	症例数	78	68	
4年後	眼圧 (mmHg)	13.5 ± 5.4	12.9 ± 6.1	0.58
	点眼数	3.2 ± 1.1	3.2 ± 1.1	0.33
	症例数	68	65	
5年後	眼圧 (mmHg)	14.4 ± 6.9	12.6 ± 5.9	0.12
	点眼数	3.2 ± 1.1	3.2 ± 1.1	0.23
	症例数	61	63	

Am J Ophthalmol. 2012; 153: 789-803. e2. より引用改変

Table 2. Complications of the early postoperative period in TVT study<sup>24)</sup>.

	チューブ群 (107 例)	トラベキュレクトミー群 (105 例)
脈絡膜滲出	15	14
浅前房または前房消失	11	10
創口漏出	1	12
前房出血	2	8
異所性房水貯留	3	1
脈絡膜上出血	2	3
硝子体出血	1	1
低眼圧黄斑症	0	1
囊胞様黄斑浮腫	0	1
早期合併症症例数	22	39

Am J Ophthalmol. 2012; 153: 804-14. e1. より引用改変

Table 3. Complications of the late postoperative period in TVT study<sup>24)</sup>.

	チューブ群 (107 例)	トラベキュレクトミー群 (105 例)
持続する角膜浮腫	17	9
異常感覚	1	8
複視	6	2
カプセル状濾過胞	2	6
濾過胞からの漏出	0	6
脈絡膜浸潤	2	4
CME	5	2
低眼圧黄斑症	1	5
濾過胞炎／眼内炎	1	5
慢性虹彩炎	2	1
全眼球炎・濾過胞炎	1	5
チューブ露出	5	-
網膜剥離	1	1
角膜潰瘍	0	1
浅前房・前房消失	1	0
術後後期の合併症合計	36	38

Am J Ophthalmol. 2012; 153: 804-14. e1. より引用改変

成功率を報告している<sup>26)</sup>。日本がいまだにTLEの無効例や難症例という適応に縛られているのは、あまりに慎重すぎるのではないかという意見もある。我が国ではチューブ手術はまだ始まったばかりの手術であり適応が限られているため、従来から施行しているトラベクトミーとの成績の比較そのものが意味がない状態である。従来型の手術が無効であった症例に対し、一定の眼圧下降が得られれば最終手段として有効と考える他ない状況である。また手術の際にチューブやプレート部分が眼球表面に露出することを避ける目的で用いる保存強膜が入手困難などさまざまな問題点もある。

## V. 結 論

ロングチューブ手術は従来の濾過手術と比べて手術そのものは複雑で大きな手術になるが、術後の安全性が高く術後早期の煩雑な処置が不要や従来型の手術では困難であった外来手術が可能など医療者側にとってのメリットが多く、一方、保険点数が高いが、術後入院の短期化が図られ完全奏効率が高いなど長期的な観点からは患者側にも利益が大きい。現時点で問題点と考えられるのは、厚生労働省はチューブ手術のデバイスの使用を認可したが、保存強膜など手術に必要な医療材料までは認可しなかったこと、そして保険点数を高く設定した手前ガイドラインに記されている通り、従来型の手術では効果が見込めないものに限り使用し、デバイス購入と使用を登録制にするなど一般には普及使用しにくい環境を作ってしまった2点である。今後は保存強膜の認可と国内での供給を推進し誰もが簡単にチューブ手術に取り組める環境を整えなくてはならない。緑内障の治療薬はすでに機序の異なるものだけで8種類存在し薬物治療については十分な選択肢があるにもかかわらず、緑内障はわが国の失明原因の第一位を譲らない。白内障のように術後に素晴らしい満足感をもたらす手術でないからなかなか積極的なれない手術であるが、欧米やアジア諸国で普通に行われている手術が医療先進国である日本でなかなか普及しないことは問題である。今回自験例も含め検討したチューブ手術はこれまでの濾過手術の限界

を打破し緑内障治療の新たな選択肢となっていることは明白である。今後は我が国でのこれらの手術の普及を推進し、手術の効果、安全性、合併症などのデータの蓄積と既存の手術との比較を十分に行いエビデンスにもとづき最良の緑内障手術が選択され、治療の限界を感じながら失明に至るといふ不幸な結果を免れる患者が増えることが望まれる。

本論文の要旨は第131回成医会において宿題報告として発表した。本宿題報告の機会を与えて下さった成医会会長の松藤千弥学長をはじめ関係された諸先生、また本日座長の労をお取り頂いた直属の上司であり、長期にわたる御指導を賜った常岡寛眼科科学講座教授、そしてここで発表した多くの手術を施行するに際し協力いただいた柏病院眼科のスタッフに心より深謝いたします。

**著者の利益相反 (conflict of interest : COI) 開示 :**  
本論文の研究内容に関連して特に申告なし

## 文 献

- 1) Molteno AC. New implant for glaucoma. Clinical trial. Br J Ophthalmol. 1969 ; 53 : 606-15.
- 2) Molteno AC, Strachan JL, Ancker E. Long tube implants in the management of glaucoma. S Afr Med J. 1976; 50: 1062-6.
- 3) Hendrick AM, Kahook MY. Ex-PRESS mini glaucoma shunt: surgical technique and review of clinical experience. Expert Rev Med Devices. 2008; 5: 673-7.
- 4) 前田征宏, 近藤奈津, 大貫和徳. EX-PRESSTMを用いた濾過手術の術後早期成績 Trabeculectomyとの比較. あたらしい眼科. 2012; 29: 1563-7.
- 5) 尾崎弘明, ファン・ジェーン, 外尾恒一, 内尾英一. Ex-PRESSTM併用濾過手術の術後短期成績. 臨眼. 2014; 68: 1117-21.
- 6) 木村至, 中澤有吾, 渡邊慧, 海老原伸行. チューブシャント手術(EX-PRESS)の治療成績と術後合併症の検討. 眼科. 2014; 56: 79-83.
- 7) Mariotti C, Dahan E, Nicolai M, Levitz L, Bouee S. Long-term outcomes and risk factors for failure with the EX-press glaucoma drainage device. Eye (Lond). 2014; 28:



- 1-8.
- 8) de Jong LA. The Ex-PRESS glaucoma shunt versus trabeculectomy in open-angle glaucoma: a prospective randomized study. *Adv Ther.* 2009; 26: 336-45.
- 9) Seider MI, Rofagha S, Lin SC, Stamper RL. Resident-performed Ex-PRESS shunt implantation versus trabeculectomy. *J Glaucoma.* 2012; 21: 469-74.
- 10) de Jong L, Lafuma A, Aguadé AS, Berdeaux G. Five-year extension of a clinical trial comparing the EX-PRESS glaucoma filtration device and trabeculectomy in primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2011; 5: 527-33.
- 11) Sidoti PA, Baerveldt G. Glaucoma drainage implants. *Curr Opin Ophthalmol.* 1994; 5: 85-98.
- 12) Sidoti PA, Dunphy TR, Baerveldt G, LaBree L, Minckler DS, Lee PP, et al. Experience with the Baerveldt glaucoma implant in treating neovascular glaucoma. *Ophthalmology.* 1995; 102: 1107-18.
- 13) Siegner SW, Netland PA, Urban RC Jr, Williams AS, Richards DW, Latina MA, et al. Clinical experience with the Baerveldt glaucoma drainage implant. *Ophthalmology.* 1995; 102: 1298-307.
- 14) Assaad MH, Baerveldt G, Rockwood EJ. Glaucoma drainage devices: pros and cons. *Curr Opin Ophthalmol.* 1999; 10: 147-53.
- 15) Coleman AL, Hill R, Wilson MR, Choplin N, Kotas-Neumann R, Tam M, et al. Initial clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol.* 1995; 120: 23-31. Erratum in: *Am J Ophthalmol.* 1995; 120: 684.
- 16) Azuara-Blanco A, Katz LJ, Gandham SB, Spaeth GL. Pars plana tube insertion of aqueous shunt with vitrectomy in malignant glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 1998; 116: 808-10.
- 17) Broadway DC, Iester M, Schulzer M, Douglas GR. Survival analysis for success of Molteno tube implants. *Br J Ophthalmol.* 2001; 85: 689-95.
- 18) 白土城照, 鈴木康之, 谷原秀信, 千原悦夫, 布施昇男. 緑内障診療ガイドライン (第3版) 補遺 緑内障チューブシャント手術に関するガイドライン. *日眼会誌.* 2012; 16: 388-93.
- 19) Feldman RM, el-Harazi SM, Villanueva G. Valve membrane adhesion as a cause of Ahmed glaucoma valve failure. *J Glaucoma.* 1997; 6: 10-2.
- 20) Syed HM, Law SK, Nam SH, Li G, Caprioli J, Coleman A. Baerveldt-350 implant versus Ahmed valve for refractory glaucoma: a case-controlled comparison. *J Glaucoma.* 2004; 13: 38-45.
- 21) Tsai JC, Johnson CC, Dietrich MS. The Ahmed shunt versus the Baerveldt shunt for refractory glaucoma: a single-surgeon comparison of outcome. *Ophthalmology.* 2003; 110: 1814-21.
- 22) Wilson MR, Mendis U, Paliwal A, Haynatzka V. Long-term follow-up of primary glaucoma surgery with Ahmed glaucoma valve implant versus trabeculectomy. *Am J Ophthalmol.* 2003; 136: 464-70.
- 23) Wilson MR, Mendis U, Smith SD, Paliwal A. Ahmed glaucoma valve implant vs trabeculectomy in the surgical treatment of glaucoma: a randomized clinical trial. *Am J Ophthalmol.* 2000; 130: 267-73.
- 24) Gedde SJ, Herndon LW, Brandt JD, Budenz DL, Feuer WJ, Schiffman JC, et al. Postoperative complications in the tube versus trabeculectomy (TVT) study during five years of follow-up. *Am J Ophthalmol.* 2012; 153: 804-14. e1.
- 25) Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, Herndon LW, Brandt JD, Budenz DL, et al. Treatment outcomes in the tube versus trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol.* 2012; 153: 789-803. e2.
- 26) Wang JC, See JL, Chew PT. Experience with the use of Baerveldt and Ahmed glaucoma drainage implants in an Asian population. *Ophthalmology.* 2004; 111: 1383-8.