

原発開放隅角緑内障に対する非穿孔性線維柱帯切除術の術後成績の検討

川嶋美和子, 山崎 芳夫, 水木 健二, 早水扶公子, 中神 尚子, 田中 千鶴

日本大学医学部眼科学教室

要 約

目的：非穿孔性線維柱帯切除術(non-penetrating trabeculectomy, NPT)の術後成績の評価を目的として、原発開放隅角緑内障(primary open-angle glaucoma, POAG)に対し、初回濾過手術として mitomycin C(MMC)併用 NPT を施行した症例について、術後眼圧調整率と術後眼圧調整率に影響する因子を検討した。

対象と方法：初回濾過手術として MMC 併用 NPT を施行し、術後 6 か月以上経過観察可能であった POAG 32 例 32 眼を対象とし、術後眼圧調整率および術後眼圧調整率に影響する予後因子について Kaplan-Meier 生命表法分析、多変量解析を用いて検討した。

結果：Kaplan-Meier 生命表法を用いた術後 36 か月での無治療下 16 mmHg 未満の眼圧調整率は 53.2±9.3(平均値±標準偏差)%, 点眼併用下 16 mmHg 未満では 63.8±9.2%, Cox 比例 hazard model による術後眼圧調整率に影響する臨床因子の解析では、Nd:YAG

レーザー線維柱帯穿孔術(YAG laser trabeculectomy, YLT)の有無が有意な予後因子として選択された($p=0.037$)。YLT 施行有無による術後眼圧調整率の比較では、YLT 未施行群では 72.2±12.0%, 施行群では 36.5±12.3% で両群間に有意差があった($p=0.045$)。多重ロジスティック回帰モデルによる YLT 施行に影響する因子についての解析では、有意な臨床因子として、術前治療時眼圧が選択された($p=0.028$)。

結論：NPT は薬物療法で眼圧調整可能な POAG 症例に対し、薬物療法からの離脱を目的とする濾過手術術式として位置づけられる。(日眼会誌 108:103-109, 2004)

キーワード：非穿孔性線維柱帯切除術、目標眼圧、術後成績、Nd:YAG レーザー線維柱帯穿孔術

Postoperative Results of Non-penetrating Trabeculectomy for Primary Open-angle Glaucoma

Miwako Kawashima, Yoshio Yamazaki, Kenji Mizuki, Fukuko Hayamizu
Takako Nakagami and Chizuru Tanaka

Department of Ophthalmology, Nihon University School of Medicine

Abstract

Purpose : To estimate the postoperative results of non-penetrating trabeculectomy (NPT), the success rate of postoperative intraocular pressure (IOP) and the clinical factors affecting postoperative IOP were evaluated.

Subjects and Methods : 32 eyes of 32 primary open-angle glaucoma (POAG) patients who underwent NPT as the first filtering surgery were enrolled in the study. We evaluated postoperative IOP using the Kaplan-Meier method, a proportional hazard model, and multiple logistic analysis.

Results : 53.2% of all patients had an IOP of less than 16 mmHg without antiglaucoma medication, and 63.8% had an IOP of less than 16 mmHg with antiglaucoma medication 36 months postoperatively. The performance of Nd:YAG trabeculectomy (YLT) was indicated as a significant factor affecting postoperative IOP by the proportional hazard model ($p=0.037$). 72.2% of patients who did not

undergo YLT had an IOP of less than 16 mmHg without antiglaucoma medication, and 36.5% who underwent YLT had a postoperative IOP of less than 16 mmHg. There was significant difference between the both groups (log rank test, $p=0.045$). Preoperative IOP with antiglaucoma medication was indicated as a significant factor affecting performance of YLT by multiple logistic analysis.

Conclusion : These results suggest that NPT may be useful to reduce the use of antiglaucoma medication in patients with POAG whose preoperative IOP is controllable with antiglaucoma medication. Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 108:103-109, 2004)

Key words : Non-penetrating trabeculectomy, Target pressure, Postoperative results, Nd:YAG Laser trabeculectomy

別刷請求先：173-8610 東京都板橋区大谷口上町 30-1 日本大学医学部眼科学教室 山崎 芳夫
(平成 14 年 12 月 25 日受付, 平成 15 年 7 月 2 日改定受理)

Reprint requests to: Yoshio Yamazaki, M.D. Department of Ophthalmology, Nihon University School of Medicine, 30-1 Oyaguchikami-machi, Itabashiku-ku, Tokyo 173-8610, Japan

(Received December 25, 2002 and accepted in revised form July 2, 2003)

I 緒 言

緑内障に対する濾過手術として、マイトマイシンC (mitomycin C, MMC)併用穿孔性線維柱帯切除術 (penetrating trabeculectomy, PT)¹⁾²⁾の登場により、術後長期にわたる良好な眼圧下降維持が可能となった。その反面、術直後の過剰濾過による浅前房や脈絡膜剥離などの合併症³⁾や、壁の薄い大きな濾過胞を形成し、晩発濾過胞感染症や術後眼内炎など晩期合併症⁴⁾の発症率が高いことが明らかとなり、過剰濾過の危険性がなく、術後合併症が少ない新しい濾過手術が模索されている。

1984年、Zimmermanら⁵⁾⁶⁾は術中の急激な眼圧変動および術後合併症を軽減する新しい濾過手術として、非穿孔性線維柱帯切除術 (non-penetrating trabeculectomy, NPT)を提唱した。NPTは前房内に穿孔することなく、房水流出抵抗の主要な場である傍Schlemm管結合組織 (juxtacanalicular tissue, JCT)⁷⁾を剥離、除去し、房水流出を促す術式である。しかし当初、NPT単独の術後眼圧調整率はPTと比較して不良のため、普及しなかった。その後、PTと同様に濾過胞癒痕抑制を目的とした術中MMC塗布⁸⁾⁹⁾が導入され、また、術後処置としてNd:YAGレーザーによる線維柱帯穿孔術 (Nd:YAG trabeculopuncture, YLT)¹⁰⁾の追加施行などの創意工夫がされて、MMC併用NPTの手術成績が本邦でも報告^{8)11)~16)}されている。しかし、MMC併用NPTはMMC併用PTと比較し、合併症は極めて少ないものの、術後眼圧レベルが高いことが知られている^{10)~18)}。

今回、我々は原発開放隅角緑内障 (primary open-angle glaucoma, POAG)に対し、初回濾過手術としてMMC併用NPTを施行した症例の術後成績についてretrospectiveに検討したので報告する。

II 対象と方法

症例は、耐容可能な薬物療法によっても21 mmHg未満に眼圧コントロール不可能、治療時眼圧値にかかわらず眼圧下降薬剤による全身また局所への副作用発現のため、薬物治療継続が不可能、視野障害が進行し固視点近傍に暗点が出現、また眼圧下降薬剤による薬物療法からの離脱を目的に、初回手術としてMMC併用NPTを施行し、術後6か月以上経過観察可能であったPOAG 32例 32眼である。性別は男性18例、女性14例、手術時年齢 64.3 ± 14.1 (平均値 \pm 標準偏差)歳 (レンジ28~85歳)であった。症例の詳細を表1に示す。症例1~8は眼圧コントロール不良、症例9~27は視野障害進行により固視点が露出、症例28~32は薬物治療による副作用発現をみたため、手術適応とし、MMC併用NPTを施行した。術前薬物治療内容は、投薬指数 (表3)により術前投薬スコアとして評価した。

MMC併用NPTは以下のように行った。球後麻酔に続き、輪部基底の結膜弁、 4×4 mmの半層 (浅層) 強膜弁を作製。細かく刻んだMQA[®]に0.04% MMCを浸し、半層 (浅層) 強膜弁下に3分間留置後、200 ml リンゲル液で洗浄。深層強膜弁を作製、Schlemm管外壁を開放し、角膜側まで剥離。これに続いてSchlemm管内壁とJCTを剥離、除去。房水流出を確認した後、深層強膜弁を角膜端で切除。浅層強膜弁を角部2か所のみを10-0 ナイロン糸で緩めに縫合。さらに、浅層強膜弁根部の両側に楔型切除。テノン嚢、結膜弁を9-0シルク糸で連続縫合して手術を終了した。術後は抗菌薬点眼、ステロイド点眼を行い、術後眼圧が目標眼圧の16 mmHgを超える症例や濾過胞が平坦である症例はYLTを施行した。YLT施行後も目標眼圧を超える症例では眼球マッサージを行った。

本検討では、症例の術前視野障害が弓状暗点、鼻側階段をみる視野障害中期以降であることを考慮し、術後目標眼圧を16 mmHg未満と設定した¹⁹⁾。術後2か月間隔でGoldmann圧平眼圧計による眼圧検査を行い、術後無治療下で眼圧が16 mmHg未満に維持されている症例 (定義①)、術後無治療下で眼圧が16 mmHg未満に維持されている症例、および、術後無治療下で眼圧が16 mmHgを超え、眼圧下降薬点眼を追加し、以後、術後眼圧下降薬点眼治療下で16 mmHg未満に維持されている症例 (定義②)を眼圧良好とした。術後眼圧調整率は生命表解析 (Kaplan-Meier生命表法)を用いて算出した。目標眼圧を2度連続して超えた場合、1回目の眼圧測定時点を眼圧調整不良とした。また、再手術や、白内障手術を行ったものはその時点で観察中止とした。Cox比例hazard modelを用い、生存期間 (目標眼圧以内に維持されている期間)を目的変数、性別、手術時年齢、YLT施行の有無、術前最高眼圧、術前治療時眼圧、術前投薬スコア、等価球面度数、眼軸長を共変量とし、術後眼圧調整率に影響する予後因子について検討した。さらに、Cox比例hazard modelにより選択された術後眼圧調整率に影響する予後因子を目的変数とし、前述の臨床背景を共変量とした多重ロジスティック回帰モデルを用い、術後眼圧調整率に影響する予後因子に関連する因子について検討した。予後因子の群間比較はMann-Whitney U-testを用いた。統計学的処理は、統計ソフトSPSS 10.0.J (SPSS, Chicago, 米国)を用いて行い、危険率5%以下を有意差ありとした。

III 結 果

1. 術後眼圧調整率

術後眼圧調整率を表2に示す。定義①では32眼中16眼が術後眼圧調整率良好であり、平均生存期間は 29.2 ± 9.9 (平均値 \pm 標準偏差)か月、15眼が術後眼圧調整率不良で、平均生存期間は 9.7 ± 5.1 か月、1眼が13

表 1 Mitomycin C 併用非穿孔性線維柱帯切除術施行例の詳細

症例	性	年齢 (歳)	最高眼圧 (mmHg)	治療時眼圧 (mmHg)	術前 投薬 スコア	等価球 面度数 (D)	眼軸長 (mm)	視野 病期	固視点 露出
1	男	28	43	38	5	-12.0	28.6	V	あり
2	男	66	48	30	3	-7.0	25.9	IV	あり
3	男	82	28	28	4	2.0	23.0	V	あり
4	女	68	26	26	2	-5.0	25.1	V	あり
5	男	85	35	25	5	0.5	23.4	II	あり
6	女	80	26	22	2	-0.1	23.8	IV	あり
7	男	75	39	22	3	-3.8	25.4	IV	あり
8	女	78	30	22	4	0.5	22.6	IV	あり
9	女	70	24	19	3	0.4	22.9	V	あり
10	男	73	28	19	4	-1.5	24.1	V	あり
11	女	72	20	19	3	1.8	21.4	V	あり
12	男	49	23	18	4	-2.3	24.4	V	あり
13	男	49	23	18	3	-2.5	24.3	V	あり
14	男	34	20	18	2	-11.0	29.0	V	あり
15	男	34	35	17	2	-10.0	28.0	IV	あり
16	女	54	22	16	4	0	22.9	V	あり
17	女	70	34	16	5	0	22.5	IV	あり
18	女	54	22	16	5	0.3	22.8	V	あり
19	女	65	21	16	5	1.5	22.0	V	あり
20	男	47	28	16	5	3.4	22.1	V	あり
21	男	57	26	15	2	0.8	24.1	V	あり
22	男	72	28	14	4	-0.5	23.4	V	あり
23	女	66	23	14	3	-5.9	25.6	V	あり
24	女	73	30	13	3	0	23.6	V	あり
25	男	60	27	13	5	-4.8	25.8	V	あり
26	女	67	24	10	4	-4.8	24.7	V	あり
27	男	73	29	10	7	-10.5	29.0	IV	あり
28	男	75	31	19	7	1.0	22.8	I	なし
29	女	69	27	15	3	1.5	22.3	IV	なし
30	男	71	38	12	3	-0.8	23.1	I	なし
31	女	75	32	12	4	1.6	23.3	IV	なし
32	男	71	25	10	4	0	23.0	V	なし
平均値		64.3	28.6	17.9	3.8	-2.1	24.2		
標準偏差		14.1	6.5	6.3	1.3	4.2	2.1		

術前投薬スコア：表 3 参照，視野病期：Auhlhorn 分類 Greve 変法

か月で観察中止となり，術後 36 か月の眼圧調整率が $53.2 \pm 9.3\%$ であった。定義②では 19 眼が術後眼圧調整率良好であり，平均生存期間は 28.8 ± 8.9 か月，12 眼が術後眼圧調整率不良で，平均生存期間は 17.8 ± 3.9 か月，1 眼が 13 か月で観察中止となり，術後 36 か月の眼圧調整率は $63.8 \pm 9.2\%$ であった(図 1)。術直後に一過性の浅前房 4 眼(13%)，脈絡膜剝離 2 眼(6%)にみられたが，全例術後 5 日以内消失し，遷延性低眼圧黄斑症など重篤な合併症はなかった。

2. 術後眼圧調整率に影響する予後因子

定義①の術後無治療下で 16 mmHg 未満の術後眼圧調整率に影響する臨床因子についての Cox 比例 hazard model を用いた解析の結果，術後眼圧調整率に影響する有意な予後因子として同定されたのは YLT 施行の有無であり ($p=0.037$)，YLT 施行例は未施行例と比較し，術後眼圧調整率の hazard を約 4.6 倍低下させた。

同時に定義②の術後点眼治療下 16 mmHg 未満の術後眼圧調整率に影響する有意な予後因子として同定されたのは YLT 施行の有無であり ($p=0.039$)，YLT 施行例は未施行例と比較し，術後眼圧調整率の hazard を約 10.8 倍低下させた(表 4)。

3. YLT 施行有無による術後眼圧調整率の比較

YLT 施行有無による定義①の術後無治療下で術後 36 か月の 16 mmHg 未満の眼圧調整率の比較では，YLT 未施行群(16 眼)では $72.2 \pm 12.0\%$ ，施行群(16 眼)では $36.5 \pm 12.3\%$ で両群間に有意差があった(log rank test, $p=0.045$)(図 2)。YLT 施行に際しては，Goniotomy の併用はせず，施行後，照射部位に周辺虹彩前癒着はなかった。

4. YLT 施行に影響する臨床因子

YLT 施行の有無による臨床背景の比較では，術前治療時眼圧に有意差があった ($p=0.008$)(表 5)。YLT 施

表 2 Mitomycin C 併用非穿孔性線維柱帯切除術施行例の経過

症例	YLT 施行	定義① (術後無治療下 16 mmHg 未満)	定義② (術後眼圧下降薬点眼下 16 mmHg 未満)	術後観察期間 (月)
1	あり	眼圧良好	眼圧良好	29
2	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	39
3	あり	眼圧良好	眼圧良好	31
4	あり	眼圧良好	眼圧良好	27
5	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	23
6	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	49
7	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	39
8	なし	眼圧調整不良	眼圧調整不良	39
9	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	37
10	なし	眼圧調整不良	眼圧調整不良	36
11	なし	眼圧良好	眼圧良好	36
12	なし	眼圧良好	眼圧良好	35
13	なし	眼圧良好	眼圧良好	35
14	なし	眼圧良好	眼圧良好	35
15	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	35
16	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	32
17	なし	眼圧良好	眼圧良好	32
18	なし	眼圧良好	眼圧良好	31
19	あり	眼圧調整不良	眼圧良好	31
20	なし	眼圧調整不良	眼圧調整不良	30
21	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	30
22	なし	観察中止	観察中止	13
23	あり	眼圧調整不良	眼圧調整不良	29
24	なし	眼圧調整不良	眼圧良好	29
25	なし	眼圧良好	眼圧良好	27
26	なし	眼圧調整不良	眼圧良好	27
27	なし	眼圧良好	眼圧良好	26
28	あり	眼圧良好	眼圧良好	26
29	あり	眼圧良好	眼圧良好	25
30	なし	眼圧良好	眼圧良好	24
31	なし	眼圧良好	眼圧良好	12
32	あり	眼圧良好	眼圧良好	10
平均値				30.0
標準偏差				8.1

YLT : Nd : YAG レーザー線維柱帯穿孔術

表 3 投薬指数

1 点	2 点	3 点
ピロカルピン(2%)	チモール(0.5%)	アセタゾラミド(500 mg/日)
ジピペリン	カルテオロール(2%)	
イソプロピルウノプロストン	ベタキソロール(0.5%)	
ドルゾラミド(1%)	ニプラジロール(0.25%)	
	ラタノプロスト	

行に影響する因子についての、多重ロジスティック回帰モデルを用いた解析の結果、YLT 施行に影響する臨床因子として、術前治療時眼圧が選択され(p=0.028)、術前治療時眼圧 1 mmHg 当たりの上昇は YLT 施行の累積確率を約 1.3 倍増加させた(表 6)。

V 考 按

NPT は合併症が極めて少なく、前房内操作がないた

め眼内への影響も少ない。当科における MMC 併用 PT 初回手術における早期合併症では、浅前房 8.3%、脈絡膜剥離 8.3%、晩期合併症として低眼圧黄斑症が 4.1% にみられている²⁰⁾。しかし、今回検討した NPT 施行例では、これらの重篤な合併症がなく、安全な濾過手術であることが示された。

しかし NPT では、術後眼圧上昇の問題が指摘され、その際の追加治療、術後管理については議論が多い。須

表 4

無治療下 16 mmHg 未満における術後眼圧調整率に影響する予後因子

共変量	β	SE	ハザード比	95% 信頼区間	p 値
YLT 施行あり (なしに対し)	-1.517	0.727	0.219	0.053~0.865	0.037

β : 相対危険度の対数 SE: 標準誤差

術後点眼治療下 16 mmHg 未満における術後眼圧調整率に影響する予後因子

共変量	β	SE	ハザード比	95% 信頼区間	p 値
YLT 施行あり (なしに対し)	-2.373	1.149	0.093	0.001~0.886	0.039

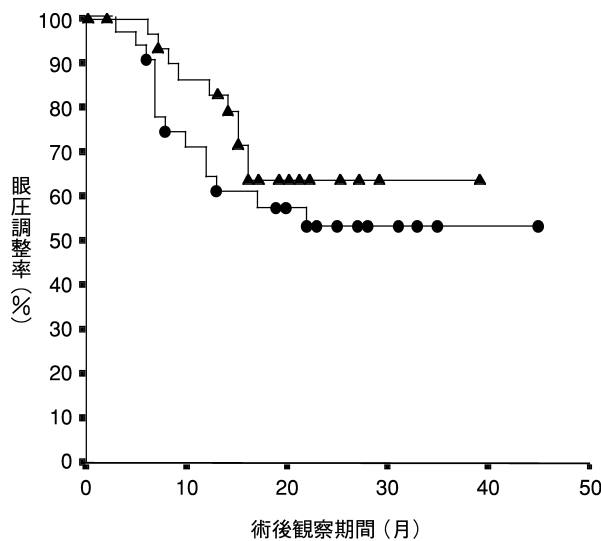


図 1 術後眼圧 16 mmHg 未満への調整率。

- : 定義 ① [術後 36 か月の眼圧調整率は 53.2±9.3(平均値±標準偏差) %]
- ▲: 定義 ② (術後 36 か月の眼圧調整率は 63.8±9.2%)

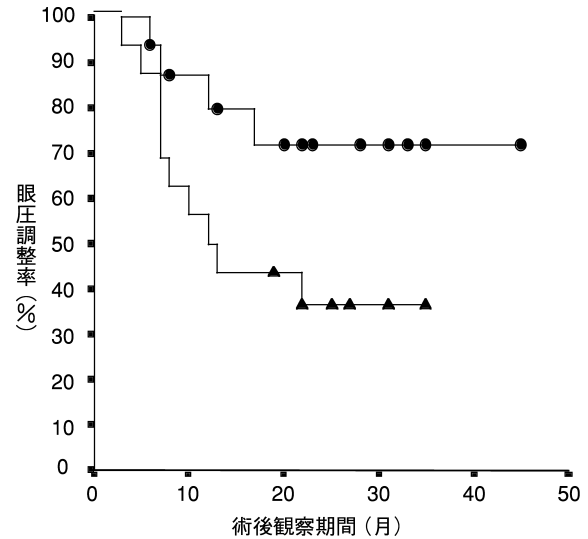


図 2 Nd:YAG レーザーによる線維柱帯穿孔術(Nd:YAG trabeculopuncture, YLT)施行有無による無治療下 16 mmHg 未満(定義 ①)での術後眼圧調整率の比較。

- : YLT 未施行群(16 眼 術後 22 か月の眼圧調整率は 72.2±12.0(平均値±標準偏差)%)
 - ▲: YLT 施行群(16 眼 術後 22 か月の眼圧調整率は 36.5±12.3%)
- 両群間に統計学的有意差があった(log rank test, p=0.045)

田ら²¹⁾は濾過胞の形態により眼圧調整率に差が生じることを指摘し、濾過胞の形態を維持するために、付加治療を含めた術後管理の確立の必要性をあげている。追加治療として、YLT を施行したという報告¹⁵⁾¹⁶⁾があるが、中～長期成績が示されるにつれ、YLT 施行後も眼圧が再上昇する症例の報告が目立つ。福地ら¹³⁾は術後早期に積極的に追加処置をした群においても、生存率にさほど影響がなかったことを述べ、YLT により眼圧値と予後を改善させた症例がある反面、穿孔部への虹彩嵌頓を起し眼圧上昇を来した症例があることを指摘している。今回、我々が示した YLT を施行したしたにもかかわらず、その生存率が 36.5% と不良であった結果は、福地らの報告と合致する。今回の YLT 施行に影響する因子についての検討では、YLT 施行例と未施行例との間に、術前最高眼圧や投薬指数に有意差がないにもかかわらず、YLT 施行例は未施行例と比較し、術前治療時眼圧が有意に高値を示した。さらに、多重ロジスティック回帰モデルによる解析で、術前治療時眼圧が有意に選択

された結果は、房水流出抵抗がより強く薬物療法に抵抗する症例は NPT が奏効しないことを示している。すなわち、NPT は Schlemm 管内壁と JCT を剝離するが、房水流出抵抗の場である線維柱帯²²⁾を完全に切除するわけではないため、PT と比較し眼圧下降率は低い。そのため房水流出抵抗が強いと予想される症例には本術式は適当でないと考えられる。本検討結果において、術前の薬物療法により眼圧調整が良好な POAG 症例は、付加治療として YLT 施行なしに術後に無治療で眼圧調整が可能である。一方、薬物療法に抵抗する症例では房水流出路全体の流出抵抗が強いと考えられ、術後に YLT を追加施行を必要とし、さらに YLT 施行後の眼圧調整率も良好とはいえず、術後眼圧調整率を考慮すると MMC

表 5 YLT 施行例と未施行例の臨床背景

	YLT 施行例 (n=16)	YLT 未施行例 (n=16)	p 値
年齢(歳)	65.3±15.7 (28~85)	63.6±13.0 (34~78)	n. s.
等価球面度数(D)	-2.2±4.5 (2.0~-12.0)	-2.0±4.1 (3.4~-12.0)	n. s.
眼軸長(mm)	24.3±2.0 (22.0~28.6)	24.1±2.2 (21.4~29.2)	n. s.
術前最高眼圧 (mmHg)	29.9±7.9 (21~48)	27.6±4.6 (22~32)	n. s.
術前治療時眼圧 (mmHg)	20.8±7.2 (10~38)	15.0±3.5 (10~22)	0.008
術前投薬スコア	3.6±1.5 (2~7)	3.9±1.2 (2~7)	n. s.

平均値±標準偏差(レンジ), n. s.: not significant
p 値: Mann-Whitney U-test

表 6 YLT 施行に影響する予後因子

共変量	β	SE	odds 比	95% 信頼区間	p 値
術前治療時眼圧 (1 mmHg に対し)	-0.227	0.103	0.797	0.705~0.901	0.028

併用穿孔性線維柱帯切除術を第一選択とすべきと思われる。

中泉ら²³⁾が暗点が固視点付近に迫っており、他眼の中心視力が既に失われている症例において、急激な眼圧下降の防止の点より MMC 併用 sinusotomy の有用性について報告をしている。今回の検討においても、症例の大半は術前視野障害が弓状暗点、鼻側階段を伴う視野障害中期以降であり、術後の眼圧の急激な変動によって、中心視野が喪失する恐れがあった。これらの点を考慮すると術前薬物療法である程度の眼圧下降が得られている症例で、なおかつ視野障害が進行する場合、NPT を初回手術として選択してもよいと考えられた。

NPT に対する症例の選択は、現時点では、経験的な域をとどまるに過ぎず、適応について明らかにした報告は未だ少ない。症例を選択することにより、NPT の特性を生かし、術後成績に反映できると考えられた。

稿を終えるに当たり、ご校閲いただいた澤 充教授に深謝いたします。本研究の一部は文部科学省科学研究費(C)(2)14571690 の補助を受けた。

文 献

- 1) Palmer SS: Mitomycin as adjunct chemotherapy with trabeculectomy. *Ophthalmology* 98: 317-321, 1991.
- 2) Kitazawa Y, Kawase K, Matsushita H, Minobe M: Trabeculectomy with mitomycin. A comparative study with fluorouracil. *Arch Ophthalmol* 109: 1693-1698, 1991.
- 3) Hara T, Araie M, Shirato S, Yamamoto S:

Conditions for balance between lower normal pressure control and hypotony in mitomycin trabeculectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 236: 420-425, 1998.

- 4) Greenfield DS, Suner IJ, Miller MP, Kangas TA, Palmberg PF, Flynn HW: Endophthalmitis after filtering surgery with mitomycin. *Arch Ophthalmol* 114: 943-949, 1996.
- 5) Zimmerman TJ, Mandelkorn RM, Kooner KS, Rawlings FE, Ford VJ, Leader BJ, et al: Effectiveness of nonpenetrating trabeculectomy in aphakic patients with glaucoma. *Ophthalmic Surg* 15: 44-50, 1984.
- 6) Zimmerman TJ, Mandelkorn RM, Kooner KS, Rawlings FE, Ford VJ, Leader BJ, et al: Trabeculectomy vs. nonpenetrating trabeculectomy: A retrospective study of two procedures in phakic patients with glaucoma. *Ophthalmic Surg* 15: 734-740, 1984.
- 7) Bill A, Svedbergh B: Scanning electron microscopic studies of the trabecular meshwork and the canal of Schlemm. An attempt to localize the main resistance to outflow of aqueous humor in man. *Acta Ophthalmol* 50: 295-320, 1972.
- 8) 大矢佳美, 山口雅之, 中枝智子, 山本 晋, 中村桂三, 寒河江 豊, 他: 非穿孔性線維柱帯切除術(第一報). *眼科手術* 9: 581-585, 1996.
- 9) Sanchez E, Schnyder CC, Sickenberg M, Chiou AGY, Hediguer SEA, Mermoud A: Deep sclerectomy: Results with and without collagen implant. *Int Ophthalmol* 20: 157-162, 1997.
- 10) Mermoud A, Karlen ME, Schnyder CC, Sickenberg M, Chiou AGY, Hediguer SEA, et al: Nd: Yag goniotomy after deep sclerectomy with collagen implant. *Ophthalmic Surg Lasers* 30: 120-125, 1999.
- 11) 橋本貴夫, 阿部由理子, 原田隆文: 非穿孔トラベクレクトミーにおける傍 Schlemm 管結合組織の除去手技と術後濾過効果. *眼科手術* 12: 107-111, 1999.
- 12) 福地健郎, 阿部春樹, 須田生英子, 原 浩昭, 中枝智子, 船木繁雄, 他: 非穿孔性線維柱帯切除術の成績と問題点. *眼紀* 51: 852-856, 2000.
- 13) 福地健郎, 阿部春樹, 須田生英子, 原 浩昭, 太田亜紀子, 中枝智子, 他: 原発開放隅角緑内障と正常眼圧緑内障に対する穿孔性線維柱帯切除術と非穿孔性線維柱帯切除術の成績. *眼紀* 52: 274-279, 2001.
- 14) 斎藤 守, 白土城照: Non-penetrating trabeculectomy. *あたらしい眼科* 18: 985-989, 2001
- 15) 福地健郎, 阿部春樹: 非穿孔性線維柱帯切除術(NPT)術式と中期成績. *眼科手術* 14: 311-314, 2001.
- 16) 家木良彰, 田中康裕: 非穿孔トラベクレクトミー(NPT)の手術成績. *眼科手術* 13: 157-160, 2000.
- 17) Karlen ME, Sanchez E, Schnyder CC, Sickenberg M, Mermoud A: Deep sclerectomy with collagen implant: Medium term results. *Br J*

- Ophthalmol 83 : 6—11, 1999.
- 18) **Sayyad FEL, Helal M, El-Kholify H, Khalil M, El-Maghraby A** : Nonpenetrating deep sclerectomy versus trabeculectomy in bilateral primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 107 : 1671—1674, 2000.
 - 19) **岩田和雄** : 低眼圧緑内障および原発開放隅角緑内障の病態と視神経障害機構. *日眼会誌* 96 : 1501—1531, 1992.
 - 20) **宮本 智, 山崎芳夫, 澤 充** : 線維柱帯切除術初回手術におけるマイトマイシン C の眼圧下降効果と術後合併症. *眼科手術* 9 : 99—102, 1996.
 - 21) **須田生英子, 福地健郎, 太田亜希子, 中枝智子, 船木繁雄, 原 浩昭, 他** : 非穿孔性線維柱帯切除術後濾過胞の超音波生体顕微鏡所見. *日眼会誌* 105 : 447—451, 2001.
 - 22) **Grant WM** : Experimental aqueous perfusion in enucleated human eyes. *Arch Ophthalmol* 69 : 783—801, 1963.
 - 23) **中泉知子, 辻 英貴, 新家 眞** : 濾過手術により中心視力低下の恐れのある症例におけるマイトマイシン C 併用 sinusotomy. *日眼会誌* 104 : 154—159, 2000.
-