

トリパンプルー前嚢染色を用いた白色白内障の手術成績

中野 敦雄¹⁾, 永本 敏之¹⁾, 浜 由起子¹⁾, 藤原 隆明¹⁾, 宮田 和典²⁾, 鮫島 智一²⁾¹⁾杏林大学医学部杏林アイセンター, ²⁾宮田眼科病院

要 約

目 的：白色白内障でトリパンプルー前嚢染色(TB-CS)を用いた手術成績について検討した。

方 法：対象は、TBCS+連続円形破嚢術(CCC)+白内障手術を施行した白色白内障 60 例 64 眼で、平均年齢は 62.4 歳、平均経過観察期間は 5.6 か月であり、CCC 成功率、術中・術後合併症、視力、眼圧、フレア、角膜内皮減少率を検討した。

結 果：CCC 成功率は 93.8%。術中合併症は、後嚢破損が 2 眼、早期穿孔が 1 眼、TBCS による硝子体染色が 1 眼、角膜後面染色が 1 眼、TBCS に起因する術後合併症はなかった。視力障害性眼合併症例 12 眼と正

確な視力検査ができない 6 眼を除いた 46 眼において、最終視力は 0.8 以上が 97.8%、1.0 以上が 80.4%であった。術後平均眼圧は正常範囲内で、術後フレアは術後 1 か月で正常に復した。角膜内皮減少率は、平均 13.7%、核硬度 2 度以下では 2.9%であった。

結 論：成績は良好で、TBCS は白色白内障手術に有用である。(日眼会誌 108 : 283-290, 2004)

キーワード：トリパンプルー、前嚢染色、白色白内障手術、角膜内皮細胞減少率、CCC 成功率

Results of Surgery on White Cataract Using Trypan Blue Capsule Staining to Visualize Capsulorrhexis

Atsuo Nakano¹⁾, Toshiyuki Nagamoto¹⁾, Yukiko Hama¹⁾, Takaaki Fujiwara¹⁾
Kazunori Miyata²⁾ and Tomokazu Samejima²⁾¹⁾Kyorin University, School of Medicine Kyorin Eye Center²⁾Miyata Eye Hospital

Abstract

Purpose : To evaluate surgery on white cataracts using trypan blue capsule staining.

Methods : A retrospective study comprised 64 eyes of 60 patients with white cataract that had surgery with trypan blue capsule staining. The average age was 62.4 years and progress observation periods were 5.6 months. The rate of successful continuous curvilinear capsulorrhexis(CCC), complications, visual acuity, intraocular pressure(IOP), flare value, and corneal endothelial cell loss were studied.

Results : The CCC was completed uneventfully in 93.8% eyes. Posterior capsule rupture occurred in 2 eyes, and early perforation in 1 eye. Accidental vitreous staining and endothelial staining with trypan blue were observed in 1 eye each. There were no postoperative complications associated with trypan blue. Forty-five eyes had a best corrected

visual acuity of 0.8 or better at the last visit. Twelve eyes had some ocular pathology resulting in visual loss, and a reliable visual acuity test could not be performed in 6 eyes. The mean postoperative IOP was within the normal range. The mean postoperative flare returned to within normal range 1 month after surgery. The mean corneal endothelial loss was 13.7%, and that of eyes with nucleus of grade 2 or softer was only 2.9%.

Conclusions : Cataract surgery using trypan blue was safe and effective in managing white cataracts. Nippon Ganka Gakkai Zasshi(J Jpn Ophthalmol Soc 108 : 283-290, 2004)

Key words : Trypan blue, Anterior capsule staining, Surgery of white cataracts, Corneal endothelial cell loss, Rate of successful continuous curvilinear capsulorrhexis

別刷請求先：181-8611 三鷹市新川 6-20-2 杏林大学医学部杏林アイセンター 永本 敏之
(平成 15 年 4 月 9 日受付, 平成 15 年 10 月 15 日改訂受理)

Reprint requests to: Toshiyuki Nagamoto, M.D. Kyorin University, School of Medicine Kyorin Eye Center.
6-20-2 Shinkawa, Mitaka 181-8611, Japan

(Received April 9, 2003 and accepted in revised form October 15, 2003)

I 緒 言

現在、前囊切開の方法として、連続円形破囊術(continuous curvilinear capsulorrhexis, CCC)が主流となっている。CCC が完成して眼内レンズ(intraocular lens, IOL)を水晶体嚢内に固定した場合は IOL の安定性は良好で、偏位も少なく、瞳孔捕獲や嚢胞様黄斑浮腫などの術後合併症も少ない。しかし、CCC が赤道部にまで流れて不完全な CCC となった場合は核の乳化吸引、皮質吸引、IOL 挿入の際などに後嚢破損、硝子体脱出、核落下、IOL 落下などの術中合併症を生じやすく、これらを生じなかった場合でも IOL 偏位などの術後合併症の危険性も高まることから、円滑な CCC は白内障手術において非常に重要なステップであるといえる¹⁾²⁾。しかしながら、成熟、過熟白内障などのいわゆる白色白内障で CCC を作製する際には、良好な徹照を得るのが困難なために切開線の視認性が悪く、CCC の成功率は低くなる。その成功率を上昇させるために 2-step CCC やジアテルミーによる前囊切開など幾つかの術式が使われてきた^{3)~6)}。

さらに最近では、白色白内障における CCC 作製時、前嚢の視認性を高めるためにフルオレセイン⁷⁾、インドシアニングリーン(ICG)⁸⁾、トリパンプルー⁹⁾などの色素による前嚢染色が用いられるようになり、その有用性が報告されている。

今回、我々はトリパンプルーによる前嚢染色法を用いて行った白色白内障の手術における、手術成績および内皮細胞減少率につき検討したので報告する。

II 対象と方法

1. 対 象

対象は、1999年3月～2001年2月に杏林大学杏林アイセンターまたは宮田眼科病院で行われた白色白内障に対する手術のうち、トリパンプルーによる前嚢染色を行った男性25例27眼、女性35例37眼、計60例64眼である。トリパンプルーの使用に当たっては、ヨーロッパですでに臨床応用されているが、日本ではまだ許可されていない薬品であることを患者もしくは保護責任者に告げ、術前に使用の同意を得た。

年齢は、1～93歳(62.4±19.2歳、平均値±標準偏差)であった。術後の経過観察期間は、1週～24か月(5.6±6.2か月、平均値±標準偏差)であり、3か月以上経過観察を行えたものは39眼であった。

白内障の原因別分類による内訳は、加齢白内障が46眼、併発白内障が9眼、アトピー白内障が5眼、外傷性白内障が1眼、糖尿病白内障が1眼、先天白内障が1眼、発達白内障が1眼であった。白内障の形態分類による内訳では、成熟白内障が34眼、過熟白内障が15眼、

膨潤白内障が15眼であった。核硬度は、Emery-Little分類で、0度が7眼、1度が1眼、2度が8眼、3度が14眼、4度が22眼、5度が11眼、不明が1眼であり、核が硬い症例が多かった。

白内障以外の眼合併症があったのは24例27眼(42.2%)で、多くの症例が何らかの眼合併症を有していた。その内訳は、糖尿病網膜症が7例9眼(うち増殖型4例5眼)、ぶどう膜炎が5例5眼、緑内障が5例5眼(うち水晶体起因性緑内障が2例2眼)、網脈絡膜萎縮が2例2眼、円錐角膜が1例2眼、小瞳孔(虹彩後癒着)が1眼、加齢黄斑変性が1眼、偽落屑症候群が1眼、網膜剝離が1眼、網膜静脈分枝閉塞症が1眼、脈絡膜悪性黒色腫が1眼、水晶体振盪が1眼、滴状角膜が1眼、角膜内皮細胞減少眼が1眼(重複あり)であった。

全身合併症があったのは32例36眼で、その内訳は、糖尿病が10例12眼、高血圧が9例9眼、アトピー性皮膚炎が4例5眼、癌が2例2眼、慢性腎不全が2例2眼、アルコール依存症が1例2眼、甲状腺腫瘍が1例2眼、脳動脈瘤が1例1眼、統合失調症が1例1眼、進行麻痺が1例1眼、肺気腫が1例1眼、ダウン症候群が1例1眼、悪性リンパ腫が1例1眼、狭心症が1例1眼(重複あり)であった。

2. トリパンプルー前嚢染色溶液の調整方法

トリパンプルー溶液は手術の直前に調整して使用するか、または予め調整して保存しておいたものを使用した。

手術直前のトリパンプルー溶液の調整方法は、原液(0.4%トリパンプルー生理食塩水溶液、ギブコBRL社、Life Technologies Inc)0.5mlを、眼内灌流液であるBSS plus[®] 1.5mlと混合して4倍に希釈し、0.1%溶液(1mg/dl)にし、22 μ mのミリポアフィルタで濾過滅菌したものを2.5mlのディスポシリンジに採取した。

保存用のトリパンプルー溶液の調整方法は、原液50mlをオキシグルタチオンを混入していないBSS(-)150mlと混合して4倍に希釈し、0.1%溶液にし、22 μ mのミリポアフィルタで濾過滅菌後、1.0mlずつガラスアンプルに無菌的に分注し、室温で保存し、手術時に2.5mlの注射筒に採取した。使用期限は調整後6か月とした。

3. 手術方法

手術方法は、超音波乳化吸引術+IOL挿入術を行ったのが54眼、超音波乳化吸引術のみを行ったのが2眼(増殖糖尿病網膜症が1眼、脈絡膜悪性黒色腫が1眼)、超音波白内障手術装置を用いた吸引術+IOL挿入術を行った若年者が6眼(アトピー白内障が5眼、併発白内障が1眼)、水晶体嚢外摘出術+IOL挿入術を行った過熟白内障が1眼、吸引術+後嚢CCC+前部硝子体切除+IOL挿入術を行った1歳の先天白内障が1眼であった。

超音波白内障手術装置は、20000 レガシー(アルコン社)を用い、基本的にフェイコチョップ法を用いて乳化吸引術を行った。切開は上方強角膜切開で、自己閉鎖創を作製した。IOL は、水晶体嚢外摘出術を行った 1 例を除いて、全例嚢内固定とした。

トリパンプルーによる前嚢染色の方法は、まずサイドポートから前房内に粘弾性物質を注入し、その後に調整したトリパンプルー溶液を前嚢上に塗り広げるようにして注入した。次いで 3.0 mm の強角膜切開創を作製し、I/A ハンドピースでトリパンプルーを吸引除去した。

CCC は、トリパンプルー前嚢染色後に、再度前房内に粘弾性物質(37 眼では高分子量粘弾性物質単独、27 眼ではビスコート®を用いたソフトシェルテクニック)を注入した後に、27 G 針または稲村式前嚢鑷子を用いて行った。なお、粘弾性物質は必要に応じて適宜追加した。また、CCC が非常に流れやすい場合は、2 ステップの CCC、いわゆるダブル CCC テクニック³⁾を用いた。

ハイドロダイセクションは原則として行わず、必要に応じてビスコダイセクションを行った。

4. 検討項目と方法

以上の症例における CCC 成功率、術中・術後合併症、術後視力、眼圧、フレア、角膜内皮細胞減少率についてレトロスペクティブに検討した。

III 結 果

1. CCC 成功率

トリパンプルー前嚢染色によって、全例で CCC の認識は明瞭となった。CCC は、64 眼中 60 眼、93.8% で成功していた。CCC が流れてしまい完成できなかった 4 眼の内訳は、膨潤白内障が 2 眼、過熟白内障が 1 眼、成熟白内障が 1 眼であり、膨潤、成熟、過熟白内障に分けて、それぞれの CCC 成功率を検討すると、膨潤白内障が 15 眼中 13 眼(86.7%)、成熟白内障が 34 眼中 33 眼(97.1%)、過熟白内障が 15 眼中 14 眼(93.3%)であり、膨潤白内障で CCC が流れやすい傾向があったが、統計学的有意差はなかった(χ^2 検定、 $p=0.382$)。CCC が流れてしまった膨潤白内障の 2 例 2 眼は、いずれも膨化が強く切開が自然に赤道部にまで流れた症例であった。過熟白内障の 1 眼は、白内障嚢外摘出術(ECCE)を予定した症例で、非常に大きな硬い核と非常に大きな前嚢下線維性混濁があり、線維性混濁を避け、かつ核娩出に十分な、約 8 mm という大きな CCC を試みたものの、やはり流れてしまった症例であった。

2. 術中合併症

術中の合併症については、後嚢破損が 2 眼(3.1%)、早期穿孔が 1 眼(1.6%)あったが、トリパンプルー前嚢染色とは無関係と考えられた。トリパンプルーに起因した合併症としては、前部硝子体染色が 1 眼(1.6%)、角膜後面染色が 1 眼(1.6%)であった。

前部硝子体染色を起こした症例は、片眼性の過熟白内障とわずかな水晶体振盪を呈した 61 歳の男性で、チン小帯が脆弱であると考えられた症例であり、トリパンプルー溶液がチン小帯部を通して硝子体腔に回ってしまったと考えられた。この症例では核除去後も、トリパンプルーによる硝子体染色のため眼底反射が得られず、皮質除去はやりづらかったことと、後嚢中央に線維性混濁が残ったため後嚢 CCC を作製し、前部硝子体切除を施行し、染色された硝子体を除去した。術翌日には、トリパンプルーによる染色は観察されなかったものの、眼圧が 26 mmHg に上昇し、視力は 0.6 であったが、1 週間後には眼圧も正常化し、視力も 1.2 と回復した。

角膜後面染色を起こした 1 例は、アトピー性皮膚炎に伴う両眼の膨潤白内障の症例で、両眼とも円錐角膜を有していた。両眼とも手術を行ったが、円錐角膜が高度であった左眼にのみ、円錐角膜周辺部に輪状の染色が生じた。術翌日には細隙灯顕微鏡検査で染色は観察されず、消失していた。ただし、円錐角膜のため視力は 0.4 と不良であった。

3. 術後合併症

術後の合併症として、術翌日の一過性眼圧上昇(22 mmHg 以上)が 62 眼中 5 眼(8.1%、26~28 mmHg、全身状態のため測定不能の 2 眼を除く)に発生した。このうち、術前に水晶体融解緑内障を伴っていたのが 1 眼、トリパンプルーによる前部硝子体染色で後嚢 CCC と前部硝子体切除を施行し、多少粘弾性物質が残存したと考えられたのが 1 眼、増殖糖尿病網膜症と虹彩新生血管を伴っていたのが 1 眼、アトピー性皮膚炎に伴う膨潤白内障で皮質が完全に乳化しており、乳化皮質が多少残存したと考えられたのが 1 眼、粘弾性物質の残存があったと考えられたのが 1 眼であり、トリパンプルーが眼圧上昇に影響したと考えられた症例はなかった。また、全例において、眼圧は術後 1 週までに正常化した。

他の術後合併症は発生しなかった。

4. 術後視力

視力測定不能の 2 眼(1 眼は 1 歳児、1 眼は寝たきり)を除いた 62 眼について、術前視力と術後最終視力を比較した結果を図 1 に示した。術後に 2 段階以上の改善が得られなかったのは、脈絡膜悪性黒色腫の 1 眼と増殖糖尿病網膜症の 1 眼だけであり、他の 60 眼は 2 段階以上改善していた。また、45 眼(72.6%)は 0.8 以上の視力を得ていた。

さらに、術前から視力不良の原因となる眼疾患があった 12 眼(網脈絡膜疾患 10 眼、円錐角膜 2 眼)と、精神神経疾患のために視力検査が正確に行えない 4 眼、計 16 眼を 62 眼から除いた 46 眼における最終視力は、0.8 以上が 45 眼(97.8%)、1.0 以上が 37 眼(80.4%)で、視力不良の 1 眼は 0.1 であった。この症例は、脳動脈瘤を持つ 68 歳の女性であるが、視力不良の原因は不明であっ

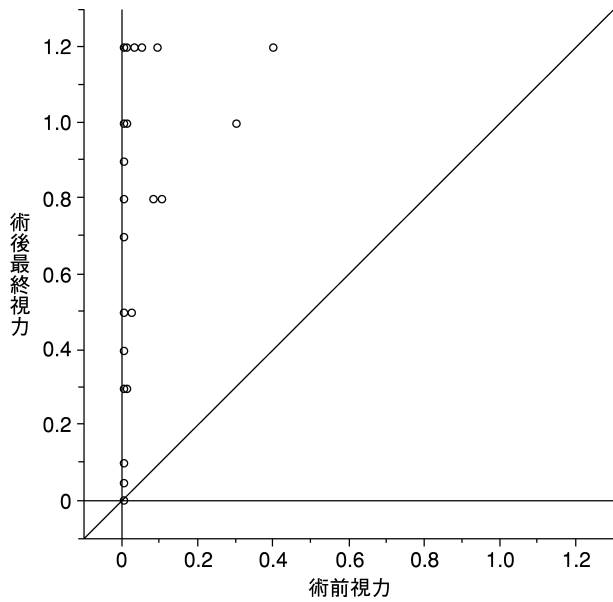


図 1 術前視力と術後最終視力の比較.

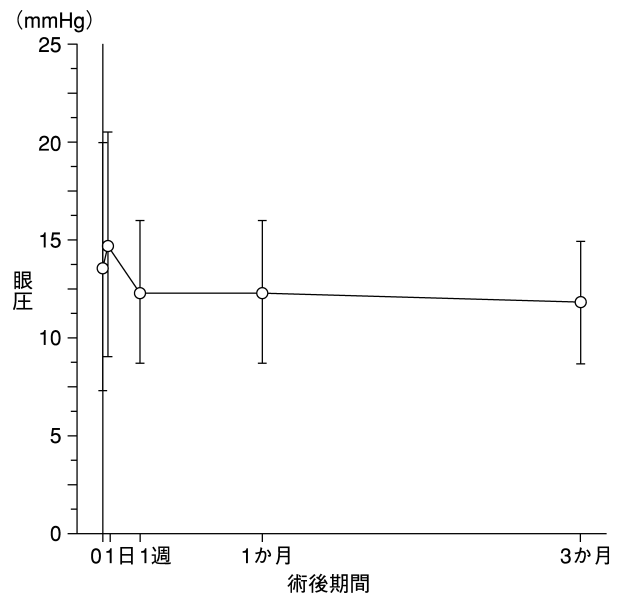


図 3 眼圧の術後経過.

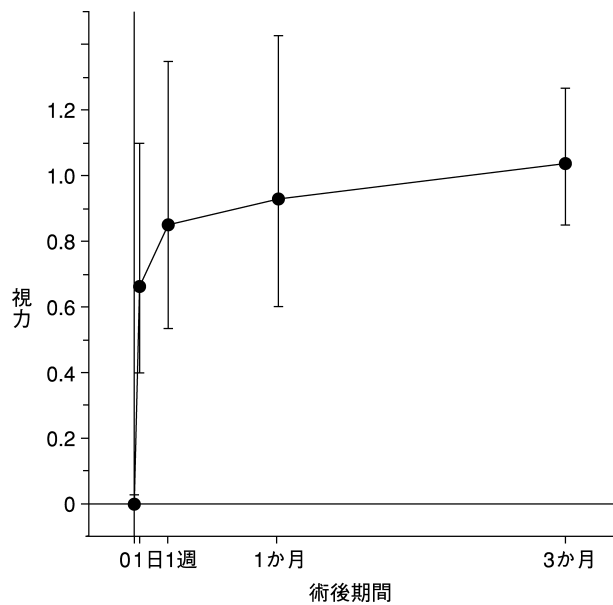


図 2 視力の術後経過.

術前から視力不良の原因となる眼疾患があった症例と、年齢的あるいは精神神経疾患のために視力検査に障害がある症例を除いた 46 眼における視力の経過表。ただし、the logarithm of the minimal of resolution (log MAR) 視力で平均後に小数点視力に換算した。±標準偏差も log MAR 視力で計算後に小数点視力に換算した。

た。

また、この 46 眼における平均視力の経過を図 2 に示した。The logarithm of the minimal of resolution (log MAR) 視力から求めて換算した平均視力は、術前が 0.005 (指数弁相当) (n=46)、術翌日が 0.67 (n=43)、術後 1 週が 0.85 (n=46)、1 か月が 0.94 (n=36)、3 か月が 1.04 (n=23) であった。

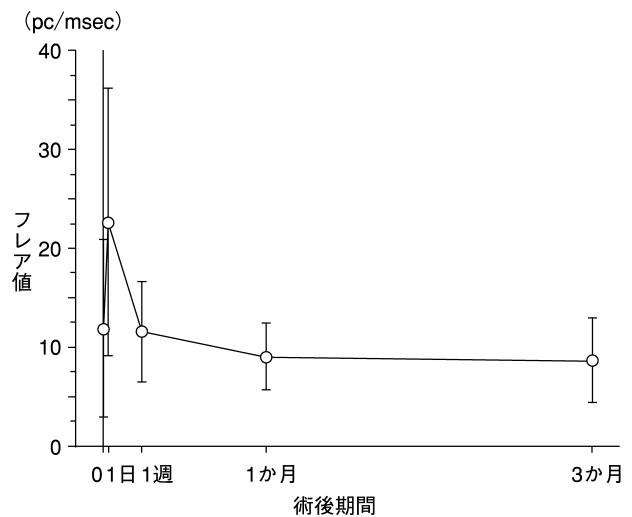


図 4 フレア値の術後経過.

5. 眼圧の術後経過

術前術後の眼圧の経過を図 3 に示した。前述したごとく術後の一過性眼圧上昇を 5 眼にみられたが、平均値は術後のどの時点においても正常範囲内であった。

6. フレア値の術後経過

フレア値の術前術後の経過を図 4 に示した。白色白内障の症例であるため、水晶体からの反射が強く、術前の平均フレア値は 12.0 (pc/msec : photon count/msec) (n=12) とやや高値を示したが、術翌日は 22.7 (pc/msec) (n=20)、術後 1 週が 11.6 (pc/msec) (n=24)、術後 1 か月が 9.1 (pc/msec) (n=13)、術後 3 か月が 8.8 (pc/msec) (n=9) であり、術後 1 か月から正常に復していた。

7. 角膜内皮細胞減少率

術後 3 か月以降に角膜内皮細胞密度を測定できた 32 眼について、角膜内皮細胞減少率を検討した。これらの

表 1 核硬度と角膜内皮細胞減少率

核硬度	眼数	超音波エネルギー量(%分)	角膜内皮細胞減少率(%)
0~2	6	11.5±15.1	2.9±4.9
3	6	46.6±25.8	11.3±10.9
4	13	86.4±28.9	18.3±15.3
5	9(8*)	202.1±72.6	17.1±21.9

平均値±標準偏差

(8*) : 1 例例外摘出手術例があり, 超音波エネルギー量に関しては 8 眼.

症例の平均角膜内皮細胞減少率は、 -13.7 ± 16.0 (平均値±標準偏差)% であった。核硬度と角膜内皮細胞減少率について検討した結果を表 1 に示す。核硬度が高い症例では超音波エネルギー量も多くなっており、角膜内皮細胞の減少率も高い傾向を示した。しかし、核硬度 2 度以下の症例における角膜内皮細胞減少率は $-2.9 \pm 4.9\%$ と低かった。このことから、トリパンプルー前囊染色は角膜内皮細胞に対して毒性を有していないと考えられた。

IV 考 按

今回は、トリパンプルーというこれまで日本では臨床で用いられたことのない新しい物質を使った前囊染色法について検討したが、その際に最も危惧すべき点はやはり毒性の問題と思われる。我々の結果から、核硬度 2 度以下の症例における角膜内皮細胞減少率は、2.9% と非常に低いことがわかった。また、Jacob ら¹⁰⁾の報告でも、角膜内皮細胞減少率は 8.5% (37 眼) と報告されており、トリパンプルー前囊染色による角膜内皮細胞への毒性はないとしている。さらに、1980 年と古い論文¹¹⁾ではあるが、白内障に対する水晶体嚢内摘出手術時に片眼の前房内に 0.1% トリパンプルー水溶液を注入し、他眼は対照として注入しなかった 15 例の術後 8 年における角膜内皮細胞の解析結果で、染色眼と対照眼では角膜内皮細胞密度に差をみなかったという報告がなされている。これは、我々の結果を支持するものであり、0.1% トリパンプルー溶液の前房内注入では、角膜内皮細胞に対して毒性を示さないと考えられた。また、我々はオリジナルの方法である空気下の染色ではなく、粘弾性物質下での染色を行った。Yetik ら¹²⁾も粘弾性物質下での染色を行っており、空気下の染色の場合、空気の再注入を必要とすることがほとんどで、手術に時間がかかることと、術翌日の角膜浮腫が多いことを報告している。このことおよび以前から報告¹³⁾¹⁴⁾があるように、空気注入自体が角膜内皮障害性であるため、これを行わなかったことが今回の 2.9% という低い減少率につながった可能性もあり、今後も粘弾性物質下での染色という方法が続けていきたい。

また、今回の結果で示したとおり、術後眼圧、術後フレア値に関しても、通常の経過であり、トリパンプルー

によって眼圧上昇や術後炎症が惹起されたと考えられるような症例はなかった。Jacob ら¹⁰⁾の報告でも、術後 2 週間の細隙灯顕微鏡検査で、前房内に 2+以上の細胞がみられたのは 5 眼 (9.6%) のみで、その後消炎している。また、眼圧についても、一過性眼圧上昇が 4 眼 (7.7%) にみられただけであったと報告しており、このことから 0.1% トリパンプルー前囊染色は、術後眼圧や術後炎症に対しても悪影響がないと考えられた。

トリパンプルーの催奇形性と発癌性については、古くから数多くの実験がなされており、ともに量依存性で、高濃度かつ大量に投与した時のみに発現する作用であることがわかっている¹⁵⁾¹⁶⁾。このことから、前囊染色のように、低濃度かつ少量で、1 回使用するという場合は、これらの作用が発現することはないと考えられる。Yetik ら¹²⁾はこの発癌性と催奇形性を考慮して、より低濃度での染色を試みており、0.0125~0.05% のトリパンプルーでも十分染まることと、0.1% と違って、これらの低濃度では、染色後に除去しなくても CCC の視界を妨げるということがなく、除去せずにそのまま CCC を行うことが十分に可能であると報告している。ヨーロッパで実用化され販売されている VisionBlue® という製品も 0.06% であり、今後 0.1% より低濃度での使用も検討していきたい。また、Fritz¹⁷⁾は染色は時間とともに濃くなるが、30 秒では不十分であり、1 分で十分な濃さが得られると報告しており、このことから、1 分以上の染色は不要で、残存量を増やすことにつながるので、染色時間は 1 分程度とし、その後速やかに余剰染色液を除去すべきであるとしている。

眼内に残存したトリパンプルーの代謝・排泄経路について検討した論文は見当たらず、詳細は不明である。ただし、皮下注射後、血液中に移行したトリパンプルーは、血清アルブミンと結合して運ばれ、尿中に排泄されることが報告¹⁸⁾されており、眼内に残存したトリパンプルーも同様の運命を辿ると考えられる。

白色白内障において前囊染色を行わなかった場合は CCC の成功率が低く、特に膨潤白内障では CCC が流れやすく、成功率の低下が著しいことが Chakrabarti ら¹⁹⁾によって報告されている。彼らは、白色白内障の CCC 成功率は 71.7% (152/212 眼) で、このうち成熟白内障では 73.4% (141/192 眼) であるが、膨潤白内障で

54.5% (6/11 眼), 過熟白内障で 55.6% (5/9 眼) であったとしている。また, Brazitikos ら²⁰⁾は白色白内障での CCC 成功率は 79.0% (79/100 眼) で, このうち膨潤白内障では 68.0% (30/44 眼) であったと報告している。一方, トリパンプルー前囊染色を行った今回の結果では, 白色白内障で 93.8% (60/64 眼), 膨潤白内障で 86.7% (13/15 眼), 成熟白内障で 97.1% (33/34 眼), 過熟白内障で 93.3% (14/15 眼) であり, はるかに良好な結果であったといえる。また, Melles ら⁹⁾のトリパンプルー前囊染色のオリジナルの報告では, 成熟白内障の 30 眼全例で CCC が成功したとしている。Jacob ら¹⁰⁾もトリパンプルー前囊染色で 96.2% と, 良好な CCC 成功率を報告している。これらのことからトリパンプルー前囊染色は, 視認性向上により, CCC 成功率向上に一役買っていると考えられる。ただし, 前囊染色を行わない場合でも, Vajpayee ら²¹⁾の報告では過熟白内障で 92.0% (23/25 眼), Vasavada ら²²⁾の報告では成熟白内障で 95.0% (57/60 眼), Bhattacharjee ら²³⁾の報告では膨潤白内障で 100% (84/84 眼) の CCC 成功率が報告されており, 白色白内障において CCC を成功させるためには, 技術的な要素が大きいと考えられる。前囊染色は CCC の視認性を良好にする効果があるため, CCC がやりやすくなるのは事実であるが, それだけで CCC が成功するとは限らない。CCC が流れやすい症例においても, CCC を成功させるためのテクニックがあつてはじめて成功率が向上すると考えられる。

次に, 術中合併症の問題であるが, 今回の我々の検討では, 後囊破損が 2 眼 (3.1%), 早期穿孔が 1 眼 (1.6%), トリパンプルーによる前部硝子体染色が 1 眼 (1.6%), 角膜後面染色が 1 眼 (1.6%) あつた。後囊破損と早期穿孔については, トリパンプルーによる前囊染色とは無関係の合併症と考えられた。今回の我々の結果は, Chakrabarti ら¹⁹⁾が報告している前囊染色を行わなかった白色白内障 212 眼における後囊破損が 6 眼 (2.83%), 早期穿孔が 4 眼 (1.9%) とほぼ同率であり, Brazitikos ら²⁰⁾が報告した, 前囊染色を行わなかった白色白内障 100 眼での後囊破損 10 眼 (10%) という結果よりも低率であり, このことからトリパンプルーとの因果関係は否定的であると思われた。

次に, トリパンプルーによる前部硝子体染色についてであるが, Pandey ら²⁴⁾は死体眼を使用した実験で, フルオレセインは分子量が小さいために硝子体中に浸透したが, トリパンプルーと ICG では分子量が大きいため硝子体腔への浸透は起きなかったと報告している。しかし, チン小帯が脆弱化または断裂しているような場合には, トリパンプルー溶液が硝子体腔に達してしまうことは十分考えられ, 今回の症例もチン小帯が脆弱であったために硝子体染色が起きたと考えられた。硝子体染色が起きた場合は, 核除去後も十分な眼底反射が得られな

いたために皮質吸引が非常にやりづらくなるため, 望ましくない合併症である。今回の症例では, 前部硝子体切除を施行したため術翌日には硝子体染色は観察されず, 術後早期から良好な視力が得られた。しかし, 硝子体染色を放置した場合に, 吸収にどれくらいの時間を要するのか, あるいは網膜毒性があるかどうかに関しては不明である。これらは今後の研究課題と考えられるが, 吸収に長時間を要する可能性や網膜毒性がある可能性を考慮すると, 硝子体染色は望ましくない合併症と考えられる。したがって今後, チン小帯が脆弱と考えられる症例には, トリパンプルーの使用は慎重に考慮すべきと考える。また, チン小帯が脆弱な症例においても, この合併症の発生を防止できるような方法が開発されることが望ましい。角膜内皮保護目的で, トリパンプルーを粘弾性物質と混合して使用するという方法が報告²⁵⁾されているが, 分子量の大きな粘弾性物質と混合するという点から, むしろ硝子体腔に回るのを防ぐという目的にこの方法は有用かもしれない。

次に, トリパンプルーによる角膜後面染色についてであるが, これは円錐角膜症例において円錐状に突出した部の周囲に染色が起きたものである。トリパンプルーによって生細胞は染色されないが, 死細胞は核が染色されるという, トリパンプルーの性質から考えて, 染色が起きた部分に変性した角膜内皮細胞が存在したのではないかと推察される。ただしこの染色はわずかで, CCC およびそれ以降の手術手技の妨げになるようなことはなく, 術翌日には消失していた。この症例の角膜内皮細胞の撮影は, 円錐角膜のために行えず, 減少率は不明であるが, 周辺部角膜の透明性は保たれている。

その他に報告されているトリパンプルー起因性の術中合併症として, 親水性アクリルレンズの染色がある¹⁷⁾²⁶⁾。これは, 疎水性のアクリルやシリコーン, ポリメチルメタクリレート (PMMA) では起きない現象であり, 親水性アクリルレンズのみで起こることがわかっている²⁶⁾。また, トリパンプルーに限らず, 他の前囊染色法であるフルオレセインや ICG でも親水性アクリルが染まることが報告¹⁷⁾されている。我々は親水性アクリルレンズは使用していないため, この合併症は経験していないが, トリパンプルー前囊染色を行う際には, 親水性アクリルレンズ (現在日本で販売されているのは, ハイドロビュー[®], ボシュロム社のみ) は使用すべきでないと考えられる。

次に術後合併症の問題であるが, 我々の今回の検討では, トリパンプルーに起因したと考えられるものはなかった。Melles ら⁹⁾および Jacob ら¹⁰⁾の報告でも, トリパンプルー起因性の術後合併症はなかったとしているが, まだ経過観察期間が短く, 今後も注意深く観察していきたい。

術後視力に関しては, 最終視力, 視力予後には問題が

ないことが示されたが、術後早期の視力回復が通常の白内障症例と比較するとやや鈍いように思われた(図 2)。その理由として、眼合併症を有する症例が 27 眼(42.2%)と多かった点が考えられる。図 2 に示した視力経過は、術前から存在する眼合併症により視力低下を来したと考えられた 12 眼を除いた結果であるが、他の眼合併症を有する 15 眼はこの中に含まれていた。その内訳として、緑内障や糖尿病網膜症、網膜剥離、ぶどう膜炎などが含まれており、これらの疾患を有する症例では、良好な視力に達するのに時間を要したため、今回のような結果になったと考えられた。

以上のことから、トリパンブルーによる前囊染色は安全で、非常に有用な方法と思われる。ただし、トリパンブルーは医薬品としての認可を受けていないという事実から事故が起きた場合の医師の責任は重大であり、実際の使用に当たっては事故のないように十分注意することが重要と考えられる。この点から、今回観察された硝子体染色という合併症は重要で、この合併症が起きないように、今後十分な対策を練る必要があると思われた。また、術後経過観察期間が平均 5.6 か月と、まだ短いため、今後も注意深い観察を続ける必要があると思われた。

文 献

- 1) **Gimbel HV, Neuhann T** : Development, advantages, and methods of the continuous circular capsulorrhexis technique. *J Cataract Refract Surg* 16 : 31—37, 1990.
- 2) **Assia EI, Apple DJ, Barden A, Tsai JC, Castaneda VE, Hoggatt JS** : An experimental study comparing various anterior capsulectomy technique. *Arch Ophthalmol* 109 : 642—647, 1991.
- 3) **Gimbel HV** : Two stage capsulorrhexis for endocapsular phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 16 : 246—249, 1990.
- 4) **Hausmann N, Richard G** : Investigations on diathermy for anterior capsulotomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 32 : 2155—2159, 1991.
- 5) **Vajpayee RB, Angra SK, Honavar SG, Katoch S, Prasad N, Bansal A, et al** : Capsulotomy for phacoemulsification in hypermature cataract. *J Cataract Refract Surg* 21 : 612—615, 1995.
- 6) **Gimbel HV, Willerscheidt AB** : What to do with limited view ; The intumescent cataract. *J Cataract Refract Surg* 19 : 657—661, 1993.
- 7) **Fritz WL** : Fluorescein blue, light-assisted capsulorrhexis for mature or hypermature cataract. *J Cataract Refract Surg* 24 : 19—20, 1998.
- 8) **Horiguchi M, Miyake K, Ohta I, Ito Y** : Staining of the lens capsule for circular continuous capsulorrhexis in eyes with white cataract. *Arch Ophthalmol* 116 : 535—537, 1998.
- 9) **Melles GRJ, de Waard PWT, Pameyer JH, Beekhuis WH** : Trypan blue capsule staining to visualize the capsulorrhexis in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 25 : 7—9, 1999.
- 10) **Jacob S, Agarwal A, Agarwal A, Agarwal S, Chowdhary S, Chawdhary R, et al** : Trypan blue as an adjunct for safe phacoemulsification in eyes with white cataract. *J Cataract Refract Surg* 28 : 1819—1825, 2002.
- 11) **Norn MS** : Per operative trypan blue vital staining of corneal endothelium—Eight years' follow up—. *Acta Ophthalmol Scand* 58 : 550—555, 1980.
- 12) **Yetik H, Devranoglu K, Ozkan S** : Determining the lowest trypan blue concentration that satisfactorily stains the anterior capsule. *J Cataract Refract Surg* 28 : 988—991, 2002.
- 13) **Lee DA, Wilson MR, Yoshizumi MO, Hall M** : The ocular effects of gases when injected into the anterior chamber of rabbit eyes. *Arch Ophthalmol* 109 : 571—575, 1991.
- 14) **Craig MT, Olson RJ, Mamalis N, Olson RJ** : Air bubble endothelial damage during phacoemulsification in human eye bank eyes : The protective effects of Healon and Viscoat. *J Cataract Refract Surg* 16 : 597—602, 1990.
- 15) **Beck F, Lloyd JB** : The teratogenic effects of azo dyes. In *Advances in Teratology, Vol. 1*, In : Woollam DHM(Ed) : Academic Press, London, 131—193, 1966.
- 16) **Marshall AHE** : The production of tumors of the reticular tissue by di-azo vital dyes. *Acta Path Microbiol Scand* 33 : 1—9, 1953.
- 17) **Fritz WL** : Digital image analysis of trypan blue and fluorescein staining of anterior lens capsules and intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 28 : 1034—1038, 2002.
- 18) **Gillman J, Gillman T, Gilbert C** : Reticulosis and reticulum-cell tumors of the liver produced in rats by trypan blue with reference to hepatic necrosis and fibrosis. *S Afr Med Sci* 14 : 21—83, 1949.
- 19) **Chakrabarti A, Singh S** : Phacoemulsification in eyes with white cataract. *J Cataract Refract Surg* 26 : 1041—1047, 2000.
- 20) **Brazitikos PD, Tsinopoulos IT, Papadopoulos NT, Fotiadis K, Stangos NT** : Ultrasonographic classification and phacoemulsification of white senile cataracts. *Ophthalmology* 106 : 2178—2183, 1999.
- 21) **Vajpayee RB, Bansal A, Sharma N, Dada T, Dada VK** : Phacoemulsification of white hypermature cataract. *J Cataract Refract Surg* 25 : 1157—1160, 1999.
- 22) **Vasavada A, Singh R, Desai J** : Phacoemulsification of white mature cataracts. *J Cataract Refract Surg* 24 : 270—277, 1998.
- 23) **Bhattacharjee K, Bhattacharjee H, Goswami BJ, Sarma P** : Capsulorrhexis in intumescent

- cataract. *J Cataract Refract Surg* 25 : 1045—1047, 1999.
- 24) **Pandey SK, Werner L, Escobar-Gomez M, Roig-Melo EA, Apple DJ** : Dye-enhanced cataract surgery. Part 1 : Anterior capsule staining for capsulorrhexis in advanced/white cataract. *J Cataract Refract Surg* 26 : 1052—1059, 2000.
- 25) **Kayikçioğlu Ö, Erakgün T, Güler C** : Trypan blue mixed with sodium hyaluronate for capsulorrhexis. *J Cataract Refract Surg* 27 : 970, 2001.
- 26) **Werner L, Apple DJ, Crema AS, Izak AM, Pandey SK, Trivedi RH**, et al : Permanent blue discoloration of a hydrogel intraocular lens by intraoperative trypan blue. *J Cataract Refract Surg* 28 : 1279—1286, 2002.
-